

XXXIX. BAND.

MATERIALIEN
für
Kostenvoranschläge
elektrischer Lichtanlagen.

A. Hartleben's Verlag.
WIEN · PEST · LEIPZIG.



Elektro-technische BIBLIOTHEK.

XXXIX. BAND.

MATERIALIEN
für
Kostenvoranschläge
elektrischer Lichtanlagen.

A. Hartleben's Verlag.
WIEN · PEST · LEIPZIG.

A. Hartleben's Elektro-technische Bibliothek.

In reichillustrirten Bänden, geheftet à 1 fl. 65 kr. = 3 Mark = 4 Francs = 1 R. 80 Kop.
Eleg. gebunden à 2 fl. 40 kr. = 4 Mark 30 Kr. 35 Cts. = 2 R. 40 Kop.
Jeder Band ist für sich vollkommen abgeschlossen und einzeln käuflich.

Inhalt der Sammlung:

I. Band. Die magnetelektrischen und dynamoelektrischen Maschinen und die sogenannten Secundär-Batterien, mit besonderer Rücksicht auf ihre Construction. Von Gustav Glaser-De Cew. Vierte Auflage. — II. Band. Die elektrische Kraftübertragung und ihre Anwendung in der Praxis, mit besonderer Rücksicht auf die Fortleitung und Vertheilung des elektrischen Stromes. Von Eduard Japing. Zweite Auflage. — III. Band. Das elektrische Licht. Von Dr. A. v. Urbanitzky. Zweite Auflage. — IV. Band. Die galvanischen Batterien, Accumulatoren und Thermosäulen. Eine Beschreibung der hydro- und thermoelektrischen Stromquellen, mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis. Von W. Ph. Hauck. Zweite Auflage. — V. Band. Die Verkehrs-Telegraphie, mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis. Von J. Sack. — VI. Band. Telephon, Mikrophon und Radiophon, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendungen in der Praxis. Von Theodor Schwartze. Zweite Auflage. — VII. Band. Die Elektrolyse, Galvanoplastik und Reinmetallgewinnung, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendung in der Praxis. Von Eduard Japing. Zweite Aufl. — VIII. Band. Die elektrischen Mess- und Präcisions-Instrumente. Ein Leitfaden der elektrischen Messkunde. Von A. Wilke. — IX. Band. Die Grundlehren der Elektricität, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendungen in der Praxis. Von W. Ph. Hauck. 2. Aufl. — X. Band. Elektrisches Formelbuch mit einem Anhange, enthaltend die elektrische Terminologie in deutscher, französischer und englischer Sprache. Von Prof. Dr. P. Zech. — XI. Band. Die elektrischen Beleuchtungs-Anlagen, mit besonderer Berücksichtigung ihrer praktischen Ausführung. Von Dr. A. v. Urbanitzky. Zweite Aufl. — XII. Band. Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen und das Signalwesen. Von L. Kohlfürst. — XIII. Band. Die elektrischen Uhren und die Feuerwehr-Telegraphie. Von Dr. A. Tobler. — XIV. Band. Die Haus- und Hôtel-Telegraphie. Von O. Canter. — XV. Band. Die Anwendung der Elektricität für militärische Zwecke. Von Dr. Fr. Waechter. — XVI. Band. Die elektrischen Leitungen und ihre Anlage für alle Zwecke der Praxis. Von J. Zacharias. — XVII. Band. Die elektrische Eisenbahn bezüglich ihres Baues und Betriebes. Von Josef Krämer. — XVIII. Band. Die Elektro-Technik in der praktischen Heilkunde. Von Prof. Dr. Rudolf Lewandowski. — XIX. Band. Die Spannungs-Elektricität, ihre Gesetze. Wirkungen und technischen Anwendungen. Von Prof. K. W. Zenger. — XX. Band. Die Weltliteratur der Elektricität und des Magnetismus, 1860 bis 1883. Von Gustav May. — XXI. Band. Die Motoren der elektrischen Maschinen mit Bezug auf Theorie, Construction und Betrieb. Von Theodor Schwartze. — XXII. Band. Die Generatoren hochgespannter Elektricität. Von Prof. Dr. J. G. Wallentin. — XXIII. Band. Das Potential und seine Anwendung zur Erklärung elektrischer Erscheinungen. Von Dr. O. Tumlirz. — XXIV. Band. Die Unterhaltung und Reparatur der elektrischen Leitungen. Von J. Zacharias. — XXV. Band. Die Mehrfach-Telegraphie auf Einem Drahte. Von A. E. Granfeld. — XXVI. Band. Die Kabeltelegraphie. Von M. Jüllig. — XXVII. Band. Das Glühlicht, sein Wesen und seine Erfordernisse. Von Etienne de Fodor. — XXVIII. Band. Geschichte der Elektricität. Von Dr. Gustav Albrecht. — XXIX. Band. Blitz und Blitz-Schutzvorrichtungen. Von Dr. A. v. Urbanitzky. — XXX. Band. Die Galvanostegie mit besonderer Berücksichtigung der fabriksmässigen Herstellung von Metallüberzügen. Von Josef Schaschl. — XXXI. Band. Die Technik des Fernsprechwesens. Von Dr. V. Wietlisbach. — XXXII. Band. Die elektro-technische Photometrie. Von Dr. Hugo Krüss. — XXXIII. Band. Die Laboratorien der Elektrotechnik. Von Aug. Neumayer. — XXXIV. Band. Elektricität und Magnetismus im Alterthume. Von Dr. A. v. Urbanitzky. — XXXV. Band. Magnetismus u. Hypnotismus. Von G. Gessmann. — XXXVI. Band. Die Anwendung der Elektricität bei registrirenden Apparaten. Von Dr. Ernst Gerland. — XXXVII. Band. Elektricität und Magnetismus als kosmotellurische Kräfte. Von Dr. Theodor Hoh. — XXXVIII. Band. Die Wirkungsgesetze der dynamo-elektrischen Maschinen. Von Dr. F. Auerbach. — XXXIX. Band. Materialien für Kostenvoranschläge elektrischer Lichtanlagen. Von Etienne de Fodor etc.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

MATERIALIEN

für

Kostenvoranschläge

elektrischer Lichtanlagen.

Von

Etienne de Fodor.

Mit 69 Abbildungen.



WIEN. PEST. LEIPZIG.
A. HARTLEBEN'S VERLAG.
1888.

K. k. Hofbuchdruckerei Carl Fromme in Wien.

Vorwort.

Das vorliegende Buch soll dem Elektrotechniker, welcher selten Gelegenheit hat, Kostenvoranschläge für elektrische Lichtanlagen anzufertigen, genug Anhaltspunkte, Rathschläge und Hinweisungen auf bereits Bekanntes bieten, damit er seine Arbeit so vollständig als möglich machen könne. Wie schon der Titel dieses Buches besagt, ist es keineswegs als eine systematische, theoretische Abhandlung, sondern vielmehr als ein Leitfaden, als ein Hilfsbuch zu betrachten, in welchem zwanglose Aufzeichnungen über solche Themen enthalten sind, welche bei Verfertigung eines Kostenvoranschlages in Berücksichtigung gezogen werden müssen.

Besonders ausführlich hat Verfasser das Thema „Die Berechnung der Leiter" behandelt, welches sich auch mit Edison's Drei- und Mehrleitersystem in eingehender Weise befasst. Ohne auf die Theorie der Dynamos selbst Bezug zu nehmen, hat Verfasser mehrere Daten über bekanntere Typen gesammelt. Ebenso findet man in vorliegendem Werke Daten über die meisten Glühlampen, sowie ein ausführliches Verzeichniss aller Apparate und Werkzeuge (durch gute Illustrationen

veranschaulicht), welche in einer Lichtanlage zur Anwendung kommen können.

Bei den grossen Fortschritten, welche die Anlage von Centralstationen in letzterer Zeit, besonders in Amerika, erfahren hat, hat Verfasser es für nothwendig gehalten, alles das zu erwähnen, was in letzter Zeit über diesen Gegenstand geschrieben und verhandelt wurde, und dürfte das vorliegende Werk gerade in dieser Hinsicht so ziemlich das Neueste bringen.

Der Ausdehnung des Transformatorensystems mit Wechselstrombetrieb ist ebenfalls genügende Aufmerksamkeit geschenkt worden. Ausschliesslich auf den praktischen Erfahrungen des Verfassers beruhen die Daten über Installationen in verschiedenen Fabriken und Unternehmungen und wird die Beachtung dieses Capitels besonders empfohlen.

Im Anhange sind Formeln zur Berechnung der Riemen, Seile, Daten über Locomobilanlagen und anderes Wissenswerthes enthalten.

Schliesslich sei es dem Verfasser gestattet, allen Jenen, welche ihn mit Zusendung von Originaldaten erfreuten, seinen besten Dank zu sagen und auch jener Hilfe zu erwähnen, welche Verfasser in den trefflichen Artikeln der „Electrical News", „La Lumière Electrique", „Zeitschrift für Elektrotechnik" und „Elektrotechnische Zeitschrift" gefunden hat.

Der Verfasser.

Inhalt.

Allgemeines.

Die Berechnung der Leiter.

Edison's Dreileitersystem.

Seite

Stromkreise.

Oekonomie der Leiter.

Dynamos.

Seite

Accumulatoren.

Elektrische Beleuchtung mit primären Zellen.

Transformatoren.

Andere Apparate.

Centralstationen.

Einzelinstallationen.

Anhang.

Namen- und Sach-Register.

Allgemeines.

Bei der Herstellung eines Kostenvoranschlages für elektrisches Licht wirft sich zuerst die Frage auf: Ist die zum Betriebe nothwendige motorische Kraft bereits vorhanden oder muss sie erst neu geschaffen werden?

I. Der einfachste Fall ist jener, wenn in dem zu beleuchtenden Unternehmen bereits ein Motor vorhanden ist, der mit Hilfe einer Transmission die Dynamomaschine bethätigen kann. In einem solchen Falle hat man zuerst festzustellen, ob die zur Verfügung stehende Kraft ausreichend ist, um das ganze Etablissement genügend zu beleuchten, oder ob dasselbe blos nothdürftig oder gar nur theilweise mit elektrischem Lichte versehen werden soll.

II. Der zunächst kommende Fall ist dieser: Der vorhandene Motor ist entweder nicht stark genug gebaut, um auch für die Beleuchtung aufzukommen, oder aber sein Gang, respective seine Belastung, ist ein so unregelmässiger, dass man ihn für elektrischen Lichtbetrieb nicht verwenden mag. In jedem Falle aber sei genügend Kraft: Dampf, Wasser u. s. w., vorhanden.

Es muss daher ein neuer Motor aufgestellt werden, während an der bereits vorhandenen Kesselanlage oder an dem Querschnitte des Hauptwasserzulaufes nichts geändert zu werden braucht.

III. Es muss sowohl ein neuer Motor aufgestellt werden, ebenso müssen aber auch die bereits bestehenden Kraftquellen leistungsfähiger gemacht werden (Vergrösserung der Kesselanlage, Vermehrung des Wasserzuflusses).

IV. Es werden sowohl Motor, als auch Kraftquelle ganz neu, blos zum Zwecke der elektrischen Beleuchtung, geschaffen und blos für diesen Zweck unterhalten.

V. Es wird blos ein Motor aufgestellt, während die Kraft von auswärts bezogen wird (Motoren, welche durch Leuchtgas, Petroleum, comprimirte Luft u. s. w. betrieben werden).

VI. Es werden Motoren aufgestellt, welche mit den Kraftquellen ein Ganzes bilden: Locomobilen, halb-fixe Maschinen, Motoren auf Röhrenkesseln, Heissluftmaschinen u. s. w.

Ist man mit der verfügbaren motorischen Kraft im Reinen, so hat man sich mit der Frage zu beschäftigen, in welche Gattung von Licht diese Kraft verwandelt werden soll: ob in *Bogen-* oder *Glühlicht*, oder ob in Beides zugleich.

Bei dem heutigen Stande der elektrischen Beleuchtungsindustrie hängt die Beantwortung dieser Frage nicht mehr allein von den Elektrotechnikern ab, sondern es existiren hierüber im Publicum bereits feste Ansichten, Antipathien und Sympathien für das eine oder das andere System, so dass man es besonders bei industriellen Anlagen zumeist dem Clienten überlassen muss, ob er sich für einfache oder gemischte Beleuchtung entscheiden will.

Als Princip kann blos festgehalten werden, dass zur Beleuchtung von freien Plätzen, Hallen, Bahnhöfen u. s. w., mit einem Worte allüberall dort, wo man all-

gemeine Beleuchtung wünscht, Bogenlicht zur Verwendung kommen kann, während das Glühlicht allüberall dort angewendet werden soll, wo das Auge angestrengt wird. Ebenso wenig es empfehlenswerth ist, Bogenlicht für alle Zwecke zu verwenden, wie es in neuerer Zeit geschieht, ebensowenig können wir dasselbe gänzlich ausschliessen, wie dies ebenfalls eine Zeit lang versucht wurde.

Es kann Fälle geben, wo Bogenlicht unbedingt von Vortheil wäre und dennoch nicht angewendet wird, weil die Unterhaltung desselben: die Auswechslung der Kohlen, das Regeln der Lampen u. s. w. dem Clienten zu viel Unannehmlichkeiten verursachen. Es giebt wieder andere Fälle, wo Bogenlicht dort angewendet wird, wo das Glühlicht unbestrittene Existenzberechtigung haben sollte: z. B. in Spinnereien, Webereien, Leseräumen, Theatern u. s. w. Die Meinungen hierüber sind, wie gesagt, sowohl unter den Elektrotechnikern, als auch im Publicum so getheilt, dass wir es jedem Einzelnen überlassen müssen, jene Lichtgattung zu wählen, welche ihm am besten dünkt.

Selbst in der Bestimmung der *Anzahl* der Lampen und deren zweckmässiger Anbringung hat der Client in sehr vielen Fällen bestimmte Wünsche zu formuliren, welche von dem Elektrotechniker, oft gegen die Ueberzeugung desselben, berücksichtigt werden müssen. Trotzdem kann man für eine gewisse Anzahl Industrien und für manche andere Anlagen Schemen feststellen, dessen Grundzüge selten variiren, und von welchen wir einige in diesem Buche gesammelt haben.

Ist sowohl die Anzahl, als auch die Gattung der Lampen bestimmt, so hat man sich darüber zu ent-

scheiden, ob man Gleichstrom oder Wechselströme in Anwendung bringen will.

Gewöhnlich werden für Anlagen, wo blos Glühlampen in Anwendung kommen, Gleichstrommaschinen verwendet, weil dieselben etwas ökonomischer sind als Wechselstrommaschinen.

Etwas anderes ist es bei den Transformatorenanlagen, wo bis jetzt noch immer Wechselströme zur Verwendung gelangen, da die praktischen Resultate der bis jetzt erfundenen Gleichstromtransformatoren noch unbekannt sind.

Für Anlagen, bei welchen ausschliesslich Bogenlampen in Verwendung kommen, kann Gleichstrom oder Wechselstrom je nach der zu betreibenden Lampenconstruction gewählt werden. Doch scheint man sich auch hier immer mehr dem Gleichstrom zuzuwenden.

Elektrische Kerzen erfordern Wechselströme. — Anlagen mit Accumulatoren erfordern Gleichstrom, ebenso solche Anlagen, welche nebst Licht auch motorische Kraft abgeben sollen. (Bis jetzt haben Wechselstrommotoren noch keine praktischen Resultate aufzuweisen).

Bei gemischter Beleuchtung verwendet man entweder eine und dieselbe Stromgattung für Glüh- und Bogenlampen zugleich, oder aber man stellt in derselben Anlage Gleichstrommaschinen für die Glühlampen und Wechselstrommaschinen für die Bogenlampen auf.

Hat man mehrere gleichgattige Dynamos in Verwendung zu bringen, so hat man die Entscheidung zu treffen, ob jede derselben getrennt arbeiten soll, oder ob sie in Gruppen getheilt, oder ob sie alle parallel oder ob sie hintereinander geschaltet werden sollen.

Sollen zwei oder drei Maschinen auf Spannung geschaltet werden, muss die Compoundwickelung der Dynamos entfallen, oder aber es muss ein besonderer Umschalter vorgesehen werden, welcher die Compoundwickelung einschaltet.

Kommen Accumulatoren in Verwendung, so muss eruirt werden, ob dieselben:

1. Die gesammte Beleuchtung zu besorgen haben;
2. oder ob sie blos einen Theil derselben zu bedienen haben, während der andere Theil auf die Dynamos fällt;
3. oder ob die Accumulatoren blos als Reserve für Unfälle oder für eine gewisse Anzahl Sicherheitslampen dienen;
4. oder ob sie blos als Regulatoren für unregelmässige Motoren gedacht sind;
5. oder ob sie blos darum installirt werden, um die in ihnen aufgespeicherte Energie in mechanische Arbeit umzuwandeln.

Ist man mit allem diesem im Reinen, so geht man an eine der wichtigsten Aufgaben bei einem Kostenvoranschlage, und zwar:

Die Berechnung der Leiter.

Die einfachste Formel für die Berechnung der Querschnitte der Leiter ist:

$$S = \frac{l \times I}{e \times H}$$

$l = 2d =$ Länge der Leiter (Hin- und Rückstrom $=$ doppelte Distanz von der Dynamo zur letzten Lampe).

I = Gesammtintensität des Stromes in Ampère, welcher die Leiter zu durchfliessen hat.

e = Verlust in Volts, welchen man in den Leitern zugeben will.

H = Specifische Leitungsfähigkeit des Kupfers = 60. (Dieselbe wird auch mit 55 oder 58 angenommen.)

S = gesuchter Querschnitt in Quadratmillimetern.

(Siehe Tabelle I und II.)

Bei Berechnung des Querschnittes der Leiter für Glühlampen wäre es sehr umständlich, die Anzahl der auf die Leitung zu setzenden Glühlampen in Ampères umzurechnen. Man gebraucht daher eine einfachere Formel, welche lautet:

$$S = \frac{n\,d}{\alpha}$$

in welcher

n = Anzahl der Glühlampen,

d = einfache Distanz in Metern,

α = Coëfficient für 1 Volt oder 1 Procent der *FEM* als Verlust,

S = Querschnitt der Leiter bedeuten.

Befassen wir uns zuerst mit der Etablirung dieser Formel für einen Verlust von einer bestimmten Anzahl Volts (nicht Procente) in den Leitern.

Nehmen wir an:

p = Verlust an Volts in den Leitern;

r = Widerstand der Leiter;

I = Ampères.

Wir haben zuerst:

$$p = r\,I.$$

Es sei ferner:

d = die einfache Distanz von der Dynamo zur letzten Lampe;

Tabelle I.

Berechnung der Leiter für 1 Volt Verlust für eine bestimmte Anzahl von Ampères.

Ampères	Querschnitt der Leiter in Quadratmillimeter														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
	Meter														
1	0·17	0·34	0·51	0·68	0·85	1·02	1·19	1·36	1·53	1·70	1·87	2·04	2·21	2·38	2·55
2	0·34	0·68	1·02	1·36	1·70	2·04	2·38	2·72	3·06	3·40	3·74	4·08	4·42	4·76	5·10
3	0·51	1·02	1·53	2·04	2·55	3·06	3·57	4·08	4·59	5·10	5·61	6·12	6·63	7·14	7·65
4	0·68	1·36	2·04	2·72	3·40	4·08	4·76	5·44	6·12	6·80	7·48	8·16	8·84	9·52	10·20
5	0·85	1·70	2·55	3·40	4·25	5·10	5·95	6·80	7·65	8·50	9·35	10·20	11·05	11·90	12·75
6	1·02	2·04	3·06	4·08	5·10	6·12	7·14	8·16	9·18	10·20	11·22	12·24	13·26	14·28	15·30
7	1·19	2·38	3·57	4·76	5·95	7·14	8·33	9.52	10·71	11·90	13·09	14·28	15·47	16·66	17·85
8	1·36	2·72	4·08	5·44	6·80	8·16	9·52	10·88	12·24	13·60	14·96	16·32	17·68	19·04	20·40
9	1·53	3·06	4·59	6·12	7·65	9·18	10·71	12·24	13·77	15·30	16·83	18·36	19·89	21·42	22·95
10	1·70	3·40	5·10	6·80	8·50	10·20	11·90	13·60	15·30	17·00	18·70	20·40	22·10	23·80	25·50
11	1·87	3·74	5·61	7·48	9·35	11·22	13·09	14·96	16·83	18·70	20·57	22·44	24·31	26·18	28·05
12	2·04	4·08	6·12	8·16	10·20	12·24	14·28	16·32	18·36	20·40	22·44	24·48	26·52	28·56	30·60
13	2·21	4·42	6·63	8·84	11·05	13·26	15·47	17·68	19·89	22·10	24·31	26·52	28·73	30·94	33·15
14	2·38	4·76	7·14	9·52	11·90	14·28	16·66	19·04	21·42	23·80	26·18	28·56	30·94	33·32	35·70
15	2·55	5·10	7·65	10·20	12·75	15·30	17·85	20·40	22·95	25·50	28·05	30·60	33·15	35·70	38·25

Die specifische Leitungsfähigkeit des Kupfers mit 58·82;

der specifische Widerstand des Kupfers per $1m$ und $1mm^2 = 0{\cdot}017$ angenommen.

Tabelle II.

Berechnung der Leiter für 5 Volts Verlust für eine bestimmte Anzahl von Ampères.

Ampères	Querschnitt der Leiter in Quadratmillimeter														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
	Meter														
1	0·0363	0·0727	0·1090	0·1454	0·1818	0·2181	0·2545	0·2909	0·3272	0·3636	0 3999	0·4363	0·4727	0·5090	0·5454
2	0·0727	0·1454	0·2181	0·2909	0·3636	0·4363	0·5090	0·5818	0·6544	0 7272	0·7998	0·8726	0·9454	1·0180	1·0908
3	0·1090	0·2181	0·3272	0·4363	0·5454	0·6543	0·7635	0·8727	0·9816	1·0908	1·1997	1·3089	1·4181	1·5270	1·6362
4	0·1454	0·2909	0·4363	0·5818	0·7272	0·8726	1·0180	1·1636	1·3088	1·4644	1·5996	1·7452	2·8908	2·0360	2·1816
5	0·1818	0·3636	0·5454	0·7272	0·9090	1·0908	1·2726	1·4545	1·6360	1·8180	1·9995	2·1816	2·3635	2·5450	2·7270
6	0·2181	0·4363	0·6543	0·8726	1·0908	1·3086	1·5267	1·7454	1·9632	2·1816	2·3994	2·6178	2·8362	3·0540	3·2724
7	0·2545	0·5090	0·7635	1·0180	1·2726	1·5267	1·7835	2·0363	2·2904	2·5452	2·7993	3·0541	3·3089	3·5630	3·8178
8	0·2909	0·5818	0·8727	1·1636	1·4545	1·7454	2·0363	2·3272	2·6176	2·9088	3·1992	3·4904	3·7816	4·0720	4·3632
9	0·3272	0·6544	0 9816	1·3088	1·6360	1·9632	2·2904	2·6176	2·9448	3·2724	3·5991	3·8267	4·2543	4·5810	4·9086
10	0·3636	0·7272	1·0908	1·4644	1·8180	2·1816	2·5452	2·9088	3·2724	3·6363	3·9999	4·3636	4·7272	5·0900	5·4545
11	0·3999	0·7998	1·1997	1·5996	1·9995	2·3994	2·7993	3·1992	3·5991	3·9999	4·3989	4·7993	5·1997	5·5990	5·9994
12	0·4363	0·8726	1·3089	1·7452	2·1815	2·6178	3·0541	3·4904	3·8267	4·3636	4 7993	5·2356	5·6724	6·1080	6·5448
13	0·4727	0·9454	1·4181	2·8908	2·3635	2·8362	3·3089	3·7816	4·2543	4·7272	5·1997	5·6724	6·1451	6·6178	7·0902
14	0·5090	1·0180	1·5270	2·0360	2·5450	3·0540	3·5630	4·0720	4·5810	5·0900	5·5990	6·1080	6·6178	7·1260	7·6356
15	0·5454	1·0908	1·6362	2·1816	2·7270	3·2724	3·8178	4·3632	4·9086	5·4545	5 9994	6·5448	7·0905	7·6356	8·1810

Die specifische Leitungsfähigkeit des Kupfers ist mit 55 angenommen.

n = Anzahl der Lampen;
I = 0·75 Ampères = Stromintensität per Lampe;
ϱ = 0·017 der Widerstand eines Meters Draht von 1 mm^2 Querschnitt,

so finden wir:

$$r = \varrho \left(\frac{2\,d}{S}\right)$$

$$p = \left(\varrho \frac{2\,d}{S}\right) I$$

$$p = \left(\varrho \frac{2\,d}{S}\right) N \times 0{\cdot}75$$

$$S = \frac{n\,d}{\frac{1}{\varrho}\, p\, \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{0{\cdot}75}}$$

$$S = \frac{n\,d}{\left(\underbrace{\frac{1}{0{\cdot}017} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{0{\cdot}75}}_{=\,\alpha}\right) p}$$

Daraus die einfache Formel:

$$S = \frac{n\,d}{\alpha}$$

Der Coëfficient α kann, wie gesagt, auch auf andere Weise gesucht werden, wenn man den Querschnitt des Leiters nicht für eine bestimmte Anzahl Volts, sondern für einen bestimmten Procentsatz der in Verwendung kommenden elektromotorischen Kraft bestimmen will.

Suchen wir für 1 Procent.

Es sei:

$2\,d$ = Länge der Leitung (Hin- und Rückstrom);
r = Widerstand der Leitung;
S = Querschnitt der Leiter;

ϱ = specifischer Widerstand des Kupfers;
L = Widerstand einer Glühlampe;
n = Anzahl der Lampen;
$\frac{p}{100}$ = Verlust in Procent der gesammten elektromotorischen Kraft in den Leitern.

Man findet

$$r = \frac{2\,d}{S}\,\varrho$$

$\frac{2\,d}{S}\,\varrho = \frac{p}{100} \cdot \frac{L}{n}$ = als Widerstand der Leiter (Hin- und Rückstrom), das heisst: $r = \frac{p}{100} \cdot \frac{L}{n}$.

Man findet ferner:

$$2\,d\,\varrho = \frac{p}{100} \cdot \frac{L}{n} \cdot S$$

$$2\,d\,n\,\varrho = \frac{p\,L}{100}\,S$$

$$n\,d = \frac{p\,L}{2 \times 100\,\varrho}\,S$$

$$S = \frac{n\,d}{\left(\frac{p\,L}{200\,\varrho}\right)} = \alpha$$

Wir finden also, dass der von uns gesuchte Coëfficient $\alpha = \frac{p\,L}{200\,\varrho}$ ist.

Wir kommen daher nach dem Vorhergesagten zur einfachen Formel:

$$\frac{n\,d}{\alpha} = S.$$

Nehmen wir an, wir hätten zu suchen den Querschnitt einer Leitung mit einem Verluste p von 1 Volt.

Die Lampen hätten einen Widerstand L von 140 Ohms. Wir finden daher mit Zuhilfenahme obiger Formeln

$$S = \frac{n\,d}{\frac{p\,L}{200\,\varrho}} = S = \frac{n \times d}{\frac{1 \times 140}{200 \times 0{\cdot}017}} = \frac{n \times d}{\frac{140}{34}} = \frac{n\,d}{41}$$

α ist daher gleich 41 für Lampen von 140 Ohms Widerstand und für einen Verlust von 1 Procent in der Leitung.

Wenn man als Princip annimmt, dass man nicht 2·5 Ampères per Millimeter Querschnitt überschreiten darf, hat man die Grenze der Distanz zu suchen, bis zu welcher man die Formel $\frac{n\,d}{\alpha}$ anwenden kann, und so hat man, wenn man
i = Ampères per Lampe,
n = Anzahl der Ampères
annimmt:

$$\frac{n\,i}{S} \leq 2{\cdot}5.$$

Wenn wir S mit seinem Werthe aus den vorigen Formeln einstellen, haben wir:

$$\frac{n\,i}{\frac{n\,d}{\alpha}} \leq 2{\cdot}5$$

aus was wir folgern:

$$\frac{\alpha\,i}{d} \leq 2{\cdot}5, \quad \text{ferner:} \quad \frac{\alpha\,i}{2{\cdot}5} \leq d.$$

Haben wir daher Glühlampen von 0·75 Ampères und 140 Ohms Widerstand, für welche wir $\alpha = 41$ gefunden haben, so finden wir als Minimum der Distanz d, bis zu welcher wir gehen können:

$$\alpha = 41 \quad i = 0{\cdot}75$$

$$\frac{\alpha i}{2{\cdot}5} = \frac{41 \times 0{\cdot}75}{2{\cdot}5} \times 12_{\cdot 3} = d.$$

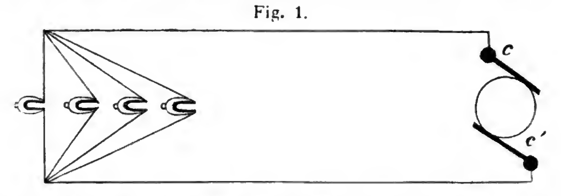
(Siehe Tabelle III und IV.)

Edison's Dreileitersystem.

Die Vorzüge dieses Systems sind folgende:

Nehmen wir den einfachen Fall an, dass alle Lampen von einer Anzahl n an den Enden zweier Leiter von einer Länge d (ausgehend von den Klemmen c und c'

Fig. 1.



der Maschine) parallel geschaltet seien (Fig. 1). Um den Querschnitt der beiden Leiter zu berechnen, wird man zuerst den Verlust an Energie feststellen, welcher in Form von Wärme in den Leitern verloren geht und welchen man gewöhnlich mit $\frac{p}{100}$ jener Energie annimmt, welche von den Lampen verbraucht wird. Gewöhnlich nimmt man $p = 100$. ϱ ist der specifische Widerstand des Kupfers, S der gesuchte Querschnitt, L Widerstand einer Lampe. Der Widerstand der Leitung wird sein:

$$r = \frac{2\,d}{S}\,\varrho = \frac{p}{100}\,\frac{L}{n}$$

aus welcher Formel man folgert:

Tabelle III.

Werth von α für Glühlampen von verschiedenen Widerständen.

Verlust in Procenten	Werth von α für Glühlampen					
	140	130	120	110	100	90
	Ohms Widerstand					
1	41·17	38·23	35·29	32·35	29·41	26·47
2	82·34	76·46	70·58	64·70	58·82	52·94
3	123·58	114 69	105 87	97·05	88·23	79·41
4	164·68	152·92	141·16	129·40	117·64	105·88
5	205·85	191·15	176·45	161·75	147·05	132.35
6	247 02	229·38	211·74	194·10	176·46	158·82
7	288·19	267·61	247·03	226·45	205·87	185·29
8	329·36	305·84	282 32	258·80	235·28	211·76
9	370 53	344·07	317·61	291·15	264·69	238·23
10	411·70	382·30	352·90	320·35	294·10	264·70
11	452·87	420·53	388·19	355·85	323 51	290 87
12	494·04	458·76	423·48	388 20	352·92	317 64
13	535·21	496·99	458 77	420·55	382·33	344·11
14	576·38	535·22	494·06	452·90	411·74	370·58
15	617·55	573·45	529·35	485·25	441·15	397 05
16	658·72	611 68	564 64	517·60	470·56	423·52
17	699·89	649·91	599 93	549 95	499·97	449·99
18	741·06	688·14	635·22	582·30	529·38	476·46
19	782 23	726·37	670·51	614·65	558·79	502 93
20	823·40	764 60	705·80	647·00	588.20	529·40

Tabelle IV.

Werth von α für Glühlampen von verschiedenen Widerständen.

Verlust in Procenten	Werth von α für Glühlampen von					
	80	70	60	50	40	30
	Ohms Widerstand					
1	23·52	20·58	17·64	14·70	11·76	8·82
2	47·04	41·16	35·28	29·40	23·52	17·64
3	70·56	61 74	52·92	44·10	35·28	26.46
4	94·08	82 32	70·56	58·80	47·04	35 28
5	117·60	102·90	88·20	73·50	58·80	44·10
6	141·12	123·48	105·84	88·20	70 56	52·92
7	164·64	144·06	123·48	102·90	82·32	61·74
8	188·16	164·64	141·12	11 7·60	94·08	70·56
9	211·68	185 22	158·76	132 30	105·84	79·38
10	235·20	205·80	176·40	147 00	117·60	88 20
11	258·72	226·38	194·04	161·70	129·36	97·02
12	282·24	246·96	211·68	176·40	141·12	105·84
13	305·76	267·54	229·32	191·10	152·88	114·66
14	329·28	288·12	246·96	205·80	164·64	123·48
15	352·80	308·70	264·60	220·50	176·40	132·30
16	376·32	329·28	282·24	235·20	188·16	141·12
17	399·84	349·86	299·88	249·90	199·92	149 94
18	422·36	370·44	317·52	264·60	211·68	158·76
19	446 88	391·02	335·16	279·30	223·44	167·58
20	470· 40	411·60	352·80	294·00	235·20	176·40

$$S = \frac{200}{p\,L} n\,d\,\varrho = \alpha\,n\,d$$

wobei α die Constante bedeutet. Wenn man anstatt alle Lampen parallel zu schalten, dieselben zwei und zwei auf Spannung schaltete, so würde der Gesammtwiderstand der Lampen sein:

$$\frac{2\,L}{\frac{n}{2}} = \frac{4\,L}{n}$$

und demzufolge würde der neue Querschnitt der Leiter sein

$$S' = \frac{1}{4}\,S$$

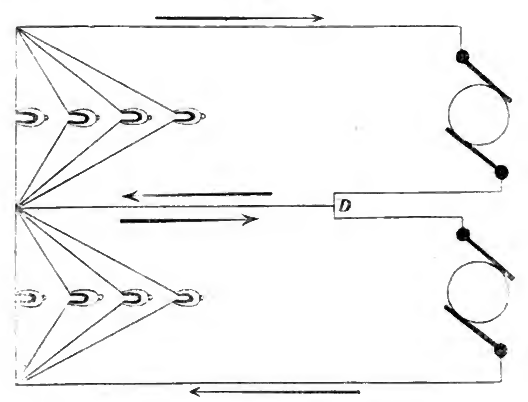
Auf diese Weise hätten wir eine Ersparung von drei Viertel im Gewichte der Leiter gemacht. Aber eine derartige Disposition würde die Unabhängigkeit einer Lampe von der anderen aufheben, was nicht angeht. Edison hat daher das Dreileitersystem angeordnet, welches aus Folgendem besteht.

Zwei Dynamos von nämlicher Stromstärke und Potentialdifferenz sind auf Spannung geschaltet. Die Lampen werden in zwei Gruppen $\frac{n}{2}$ getheilt. Der Leiter, welcher den positiven Pol der einen Dynamo mit dem negativen Pol der anderen Dynamo verbindet, ist in Verbindung (Fig. 2) mit dem Leiter D, welcher die beiden Lampengruppen auf Spannung schaltet.

Es ist klar, dass, trotzdem die Lampen auf Spannung geschaltet sind, deren individuelle Unabhängigkeit dennoch gewahrt bleibt. Wenn die Anzahl der Lampen einer jeden Gruppe eine gleiche ist, wird der mittlere Leiter von zwei Strömen gleicher Intensität, aber ent-

gegengesetzten Sinnes durchflossen sein. Ist aber im Gegentheile die Anzahl der Lampen in den beiden Gruppen eine ungleiche, ist z. B. die Anzahl Lampen einer Gruppe n grösser als die Anzahl n' einer anderen Gruppe, so wird der mittlere Leiter von einem Strome durchflossen werden, dessen Intensität gleich ist: $n - n'$.

Fig. 2.



Wenn wir einen gleichen Querschnitt für alle drei Leiter annehmen, wird die Ersparniss am Gewichte der Leiter sein:

$$\frac{S\,d\left(2 - \frac{3}{4}\right)}{2\,S\,d} = \frac{5}{8}$$

Dieses System kann verallgemeinert werden und man könnte anstatt zwei auch mehrere Gruppen Lampen hintereinander schalten. Wenn n die Anzahl der auf Spannung geschalteten Lampen bedeutet, wird die An-

zahl der Leiter sein $n + 1$. Der Querschnitt jeder einzelnen Leiter müsste also sein:

$$\sigma = \frac{1}{n^2} S$$

Der Gesammtquerschnitt oder die Summe des Querschnittes jeder Leiter wäre

$$\Sigma = \frac{n+1}{n^2} S$$

Die erzielte Ersparniss wird sein:

$$E = \frac{S - \Sigma}{S} = \frac{2 - \frac{n+1}{n^2}}{2}$$

Es ist aber keineswegs von Vortheil, die Anzahl der Leiter unbegrenzt zu vermehren. Der Querschnitt jeder Leiter muss sein:

$$\sigma = \frac{1}{n^2} S = \alpha \frac{N d}{n^2}$$

Die Intensität des Stromes, welcher den Leiter durchfliesst, wird sein (i = Intensität einer Lampe)

$$\frac{N i}{n} = I$$

und seine Dichtigkeit, d. h. die Intensität per Querschnittseinheit:

$$\Delta = \frac{I}{\sigma} = \frac{n i}{\alpha d} = \left(\frac{i}{\alpha}\right) \frac{n}{d}$$

Der Werth von Δ ist, wie man sieht, proportionell zur Anzahl der Leiter und umgekehrt proportionell zur Distanz. Nun, die Dichtigkeit des Stromes hat eine praktische Grenze, welche nicht überschritten werden kann, wenn man den Leiter nicht übermässig erhitzen will. Es geht daraus hervor, dass es für eine gegebene Länge der Hauptleitung eine Maximalanzahl der Leiter giebt,

welche nicht überschritten werden darf. Die Berechnung der Leiter, wie sie hier angegeben ist, dient blos dazu, um den Querschnitt der Hauptleitung, respective der „Feeders" zu berechnen, welche das Leitungsnetz mit Strom versehen.

Von den „Feedern" kann keine Abzweigung abgenommen werden.

Der Querschnitt des Leitungsnetzes wird nach Belieben gewählt. Die einzelnen Leitungen sind untereinander verbunden und haben alle gleichen Querschnitt. Die Punkte, wo die „Feeders" an das Leitungsnetz angeschlossen werden, werden nach Erfahrung bestimmt. Gewöhnlich stellt man früher im Laboratorium ein Modell des Leitungsnetzes im Kleinen her, an welchem die ungefähren Anschlusspunkte der Feeder ausprobirt werden.

Diese Punkte müssen so gewählt werden, dass selbst im ungünstigsten Falle, d. h. wenn alle Lampen des Netzes auf einmal functioniren, zwischen den Lampen, welche den Feeders zunächst, und jenen, welche am entferntesten davon liegen, keine grössere Spannungsdifferenz als zwei Volts existirt. Diese Differenz ist keine absolut gefährliche für die Dauer der Lampen. Uebrigens geschieht es selten, dass alle Lampen auf einmal functioniren, anderenfalls ist der Spannungsverlust in den Leitern ein kleinerer. Dieselbe Bemerkung bezieht sich auch auf die Feeders, welche für ein Maximum von Stromintensität berechnet werden, welche eigentlich niemals erreicht wird. Um die Verlustziffer zu schätzen, welche bei der Berechnung der Leiter angenommen werden soll, rechnet man: Wenn n die mittlere Anzahl der functionirenden Lampen ist, so ist der Widerstand

dieser Lampen $\frac{L}{n}$. Wenn i die in einer Lampe verbrauchte Intensität bedeutet, wird die in den Lampen aufgebrauchte Energie sein:

$$\frac{1}{g}\frac{L}{n}(n\,i)^2 = \frac{1}{g}L\,n\,i^2.$$

r ist der Widerstand der Leiter. Die von den Leitern verbrauchte Energie ist $\frac{1}{g}r\,n^2\,i^2$. Der Verlust in Procenten p' wird gegeben durch

$$\frac{p'}{100} = \frac{r\,n^2\,i^2}{L\,n\,i^2} = \frac{r\,n}{L}$$

Man hat r für einen Maximalverlust p Procent berechnet, N ist die Gesammtanzahl der installirten Lampen:

$$r = \frac{p}{100}\cdot\frac{L}{N}.$$

Man hat daher:

$$p' = \frac{n}{N}p.$$

Der wirkliche Durchschnittsverlust ist gleich dem berechneten Maximalverluste, multiplicirt durch $\frac{n}{N}p$.

Ein anderes Vertheilungssystem, das ebenfalls Edison zu seinem Erfinder hat, ist folgendes: Es wird ein Gleichstrom von hoher Spannung verwendet, welcher durch mehrere auf Spannung geschaltete Nebenschlussdynamos hervorgebracht wird. Dieser Strom geht als primäre Leitung zu verschiedenen Beleuchtungscentren, von wo dann die Leitungen niederer Spannung ausgehen.

Hier eine Uebersicht der bei dem Dreileitersystem in Amerika zur Anwendung kommenden Leiter.

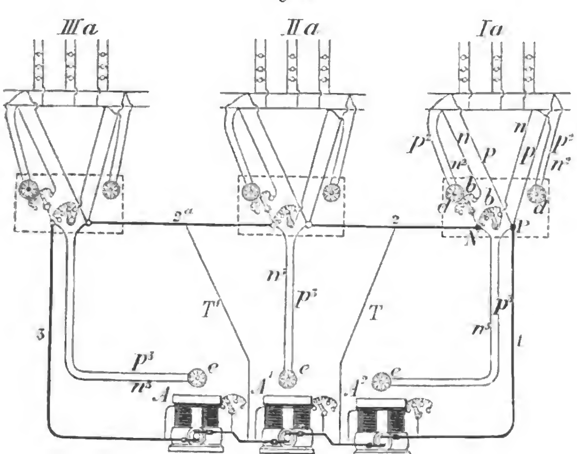
Nummern der Rohrleitungen	Querschnitt jedes Leiters in mm^2	Maximalintensität in Ampères	Rohrleitungen			Completes Material			Innerer Rohrdurchmesser in mm
			Gewicht in Kilogramm per laufenden Meter	Preise in Francs per Meter		Gewicht in Kilogramm per laufenden Meter	Preise in Francs per Meter		
				Gewöhnliche	Feeder		Gewöhnliche	Feeder	
500	254	620	13.800	48·50	49·50	16.300	53·80	54·80	
400	203	540	12.450	40·60	41·60	14.950	46·00	47·00	51 mm
300	152	450	11.300	32·50	32·50	13.750	37·30	38 30	
250	127	400	8.300	26 80	27·80	10.750	31·00	32·00	
180	92	325	7.600	21·50	22·50	10.000	25·30	26·30	38 mm
168	85	315	7.400	20·50	21·50	9.850	24·40	25·40	
144	73	285	6.100	17·10	18·10	7.900	20·10	21·10	
133	67	270	5.950	16·30	17·30	7.800	19·30	20·30	
115	58	250	5.800	14·80	15 80	7.600	17·80	18 80	
105	53	240	5 650	14·00	15·00	7.500	17·00	18·00	31 mm
90	45	220	5·500	12·80	13·80	7.350	15·50	16·50	
80	41	200	5.350	12·00	13 00	7.200	14·50	15·50	
67	34	180	5.200	11·00	12·00	7.000	13·80	14·80	
56	29	165	3.850	8·90	9·90	5.700	11·40	12·40	
48	24	150	3.700	8·20	9·20	5.550	10·70	11·70	25 mm
41	21	135	3.550	7·60	8·60	5.400	10·20	11·20	
32	16	120	2.500	6·10	7·10	4.350	8·75	9·75	19 mm
27	14	110	2.500	5·60	6.60	4.350	8·25	9 25	

Anmerkung: Unter „completes Material" wird verstanden: Muffen, Kreuzungsstücke, Isolirmasse und die Rohrleitungen, während in der Rubrik „Rohrleitungen" blos die Eisenrohre und die drei in denselben befindlichen Kupferleiter ohne Zugehör angeführt sind.

In Fig. 3 sehen wir drei Dynamos auf Spannung verbunden. Wir sehen ferner, dass drei getrennte

Lampengruppen oder Beleuchtungscentren existiren. Die Pole 1 und 3 der auf Spannung geschalteten Dynamos gehen zur Station *Ia* und *IIIa*, während die Leiter 2 und 2 *a* diese Stationen auf Spannung schalten. Zwischen den Dynamos gehen Compensationsleiter *T* und *T'* aus welche sich mit dem Spannungsleiter verbinden. Jede

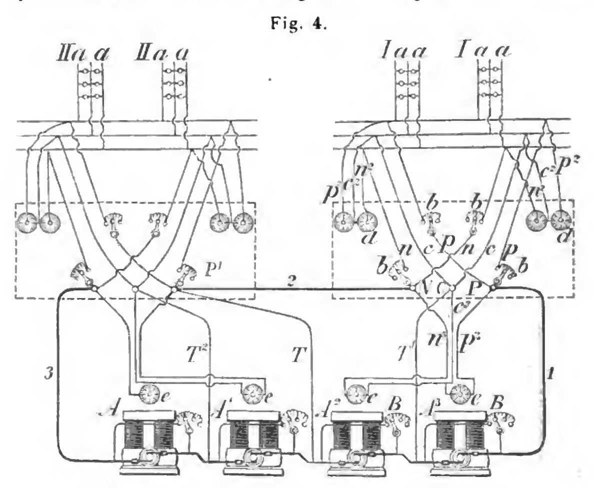
Fig. 3.



Station hat also zwei primäre Klemmen, von welchen die Abzweigungen für die Lampengruppen ausgehen. In unserer Figur sehen wir, dass für je eine Gruppe zwei Speiseleiter *n n* und *p p* abgezweigt werden. *n n* gehen, bevor sie zu den Lampen kommen, früher durch einen variablen Widerstand. *d* sind Voltmeter für die secundäre, *e* solche für die primäre Leitung. $p^2 n^2$ $p^3 n^3$ sind die zu diesen Voltmetern führenden Drähte.

Fig. 4 zeigt dieselbe Anordnung auf das Dreileitersystem angewendet. Hier sehen wir vier Dynamos auf Spannung geschaltet. Die vier zu speisenden Lampengruppen sind zwei zu zwei auf Spannung geschaltet. Wir sehen wieder, dass zwischen den Dynamos Compensationsleiter $T\,T^1\,T^2$ ausgehen. T^1 geht zum dritten

Fig. 4.



mittleren (Compensations-)Leiter der ersten Lampengruppe *I aa*, während die primären Klemmen *N* und *P* je zwei Abzweigungen zu den beiden extremen Polen der Lampengruppen aussenden, nachdem dieselben früher einen variablen Widerstand *b* durchlaufen haben.

Stationen *I aa* und *II aa* haben eine gemeinsame Stromzuleitung durch den Compensationsleiter *T*, welcher den die beiden Stationen verbindenden Spannungsleiter 2

bildet, von welchem die primäre Klemme N der Station $I\,aa$ und P^1 der Station $II\,aa$ gespeist werden. Compensationsleiter T^2 speist den mittleren (Compensations-) Leiter der Gruppe $II\,aa$, während Leiter 3 die zweite primäre Klemme bildet. B sind die Widerstände zur Regelung des Erregerstromes jeder Dynamo, b die Widerstände zur Regelung der Speiseleiter, um die Gleichheit der Potentialdifferenz zu erhalten. n^2 c^2 p^2 sind die Leiter für die Voltmeter.

Stromkreise.

Bevor man die eigentliche Berechnung der Leiter unternimmt, zeichne man die Lampen alle genau in einen Situationsplan ein und frage sich: Wie viel getrennte Stromkreise sind nothwendig und wie sollen dieselben angeordnet werden?

a) Die einfachsten Installationen sind jene, in welchen nur ein einziger Hauptstromkreis zur Anwendung kommt, von welchem die Lampen direct abgezweigt werden. Wo es nöthig ist, wird ein Ausschalter angebracht, welcher es ermöglicht, ganze Lampengruppen und auch einzelne Lampen nach Belieben auszuschalten. Diese Anordnung ist vorzugsweise dort zu treffen, wo der Lichtverbrauch ein stetig wechselnder und äusserst verschiedener ist (Fig. 5).

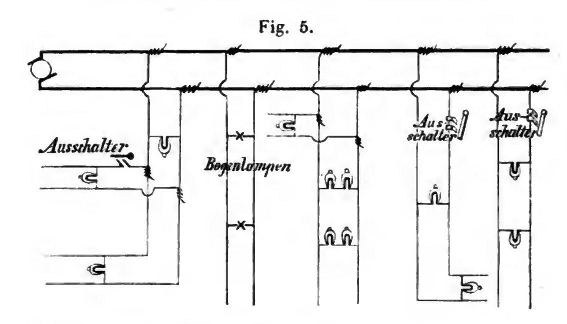
b) Schon etwas kostspieliger ist es, anstatt einer einzigen Hauptleitung deren mehrere vorzusehen und das Ausschaltesystem beizubehalten. Die Nothwendigkeit einer solchen Anordnung ist entweder bedingt durch die örtlichen Verhältnisse, oder aber durch den Wunsch, etwas mehr Betriebssicherheit zu gewinnen. Falls nämlich die Hauptleitung wegen irgend eines Unfalles unterbrochen

werden müsste, bleibt die gesammte Anlage im Finstern, während bei Combination *b*, von der wir eben sprechen, die Dunkelheit nur eine partielle sein wird.

c) Die Nothwendigkeit mehrerer Stromkreise ist absolut vorhanden, wo der Lichtverbrauch zwar variirt, aber nur zu gewissen Stunden und in gewissen Grenzen. Man wird in solchem Falle die Stromkreise auftheilen in örtliche und dienstliche.

Oertliche Stromkreise sind beispielsweise:

Fig. 5.



I. Stromkreis: Kellergeschoss
II. „ Rez-de-Chaussée
III. „ I. Etage
IV. „ II. „ u. s. w., u. s. w.

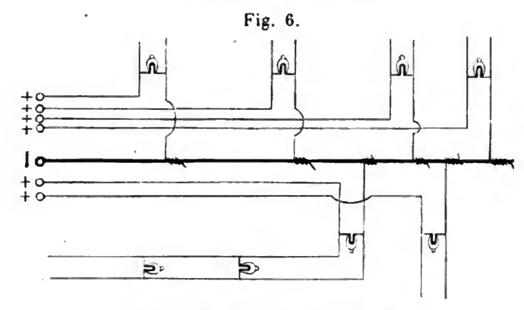
oder (für ein Privathaus oder Cercle):

I. Stromkreis: Grosser Salon
II. „ Spielzimmer
III. „ Speisesaal
IV. „ Couloirs, Stiegen, allgemeine Beleuchtung
V. „ Office u. s. w., u. s. w.

Dienstliche Stromkreise sind beispielsweise (für ein Journal):

I.	Stromkreis:	Maschinensaal
II.	„	Clicherie
III.	„	Setzersaal (Abenddienst)
IV.	„	„ (Nachtdienst)
V.	„	Redaction (Abenddienst)
VI.	„	„ (Nachtdienst)
VII.	„	Gänge, Stiegen, allgemeine Beleuchtung u. s. w.

Fig. 6.



oder (für eine Papierfabrik):

I.	Stromkreis:	I. Papiermaschine
II.	„	II. „
III.	„	Siedekessel
IV.	„	Sortirsaal
V.	„	Bleicherei u. s. w., u. s. w.

Falls die örtlichen Verhältnisse dies erlauben, kann man einen gemeinsamen Pol für alle Stromkreise (z. B. negativ) annehmen (Fig. 6), während der andere Pol aus getrennten Leitern besteht. Am besten aber ist es, die Stromkreise vollständig getrennt anzuordnen.

Es ist bei getrennten Stromkreisen wünschenswerth, dieselben sämmtlich von der Dynamo, von einer dort angebrachten Stromvertheilungstafel ausgehen zu lassen, und die Handhabung der ganzen Einrichtung an einem Orte und unter einer Hand zu vereinigen. Besonders nothwendig ist diese Anordnung bei Glühlichtanlagen, wo der Nebenschluss-Dynamo kein automatischer Regulator beigegeben wird. Sobald das Auslöschen oder die Inbetriebsetzung einzelner Lampengruppen dem Wärter der Dynamo anvertraut sind, wird derselbe zu gleicher Zeit, als er die Ausschalter manövrirt, auch den Handregulator der Dynamo bewegen. Wenn es aber mehreren Individuen und an verschiedenen Punkten der Anlage freistehen sollte, einzelne Lampengruppen zu löschen, so müsste man zu gleicher Zeit eine Signalvorrichtung anschaffen, welche den Maschinenwärter von dem statthabenden Manöver unterrichtet. Wo man zwischen den Systemen zu wählen hat:

1. Handregulator an der Dynamo, alle Stromkreise von der Dynamo ausgehend;

2. automatischer Regulator an der Dynamo, die Stromkreise von verschiedenen in der Anlage vertheilten Vertheilungstableaux ausgehend;

3. Signalvorrichtung für den Maschinenwärter, Handregulator, Manövrirung der Ausschalter an verschiedenen Orten,

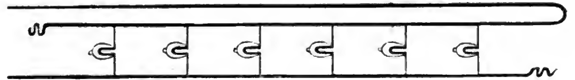
so wähle man getrost das erste System, da auf einen speciellen Beleuchtungswärter doch mehr Verlass ist als auf einen automatischen Regulator.

Nachdem man sich über die Anordnung der Stromkreise klar geworden ist, hat man bei Anlage des Leitungsnetzes für parallel geschaltete Lampen darauf zu sehen,

dass die Potentialdifferenz an allen Punkten der Anlage eine gleiche ist.

Diese wird erreicht durch die Anordnung der Leiter in:
Schlingen- oder *W*-Form (Fig. 7) oder in
Gürtelform (Fig. 8 und 9).

Fig. 7.

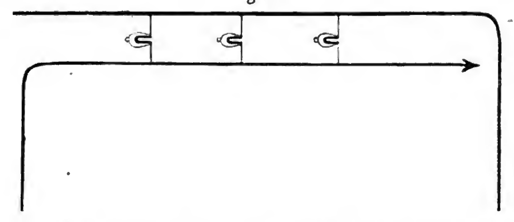


Durch diese Formen sollen die Lampen womöglich alle in gleicher Distanz von der Dynamo entfernt sein.

Oekonomie der Leiter.

Es bleibt uns nur noch übrig, von der Verlustziffer an Energie in den Leitern zu sprechen. Dieselbe soll so

Fig. 8.



gering als möglich sein. Um dieselbe endgiltig festzustellen, sollte man die Leiter vorerst auf einen Gesammtverlust von, sagen wir, 5 Procent (z. B. 4 Procent in den Hauptleitern und 1 Procent in den kleinen Abzweigungen) berechnen.

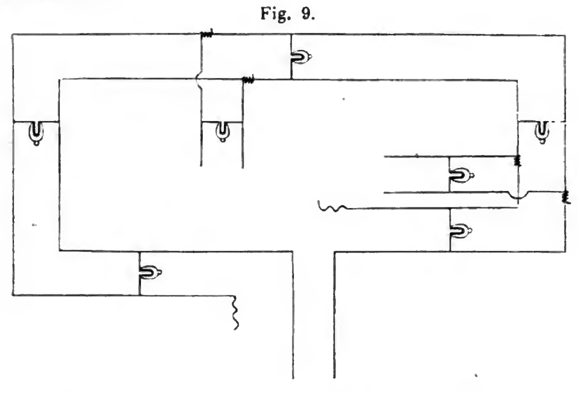
Man habe gefunden für eine Einrichtung, welche 50 Pferdekräfte erfordert und täglich sechs Stunden im Betriebe ist:

Elektrisches Material (Dynamos, Lampenhälter, Sicherheitsvorrichtungen, Ausschalter u. s. w.) 60.000 Francs.

Die Kosten des Kupfers des auf 5 Procent Verlust berechneten Leitungsnetzes betragen 30 Procent der Gesammtkosten = 18.000 Francs.

Nun wirft sich die Frage auf: Könnten die Kosten dieses Leitungsnetzes nicht herabgemindert werden, indem wir eine grössere Verlustziffer, z. B. 10 Procent, annehmen?

Fig. 9.



Die hierdurch erzielte Ersparniss würde sein:

Kosten des Leitungsnetzes zu 5 Procent Verlust	18.000 Francs
Kosten des Leitungsnetzes zu 10 Procent Verlust	9.000 „
Ersparniss .	9.000 Francs

Wir haben daher vom Anlagecapital 9000 Francs erspart. Die jährlichen Zinsen hiervon betragen, zu 10 Procent angenommen, 900 Francs.

Zu gleicher Zeit haben wir aber auch den Verlust der Energie auf 10 Procent erhöht. Derselbe beträgt, wenn wir annehmen:

n = Anzahl der Pferdekräfte
h = Stunden täglichen Betriebes
j = Tage des Betriebes
k = Kohle in Kilos per Stunde und Pferdekraft
f = Preise in Francs per Kilogramm Kohle
p = ProcentVerlust an der producirten mechanischen Kraft

$$\frac{n \times h \times j \times k \times f}{p}$$

oder in unserem Falle

$$\frac{50 \times 6 \times 365 \times 1{\cdot}5^{k} \times 0{\cdot}03^{f}}{10} = 492 \text{ Francs } 75 \text{ cent.}$$

Wir haben daher durch die Erhöhung der Verlustziffer in den Leitern von 5 Procent auf 10 Procent gewonnen an Entfall vom Anlagecapital (9000 Francs) mit 10 Procent verzinst	900·— Francs
Hiervon ab der durch den Verlust in den Leitern bedingte Kraftverlust in Kilogramm Kohlenpreis berechnet . . .	492·75 „
bleibt Gewinn .	407·25 Francs

Ganz anders stellt sich aber die Sache, wenn wir für dieselbe Installation anstatt eines täglich sechsstündigen Betriebes einen solchen von zwölf Stunden annehmen. Während die durch die Herabminderung des Leiterquerschnittes erzielte jährliche Ersparniss von 900 Francs constant bleibt, haben wir für den Verlust an Brennmaterial

$$\frac{50 \times 12 \times 365 \times 1{\cdot}5 \times 0{\cdot}03}{10} = 985 \text{ Francs } 50 \text{ Cent.}$$

zu setzen. Wir sehen daher, dass wir bei Installationen

von kurzem täglichen Betriebe uns ganz gut erlauben können, den Querschnitt der Leiter auf das Aeusserste herabzusetzen und eine grosse Verlustziffer an Energie anzunehmen, während dies bei Anlagen von längerem Betriebe nicht angeht.

Wir dürfen ferner nicht vergessen, dass in diese Vergleichung ausser dem Ersparniss an Anlagecapital und der jährlichen Verlustziffer an Energie auch noch andere Factoren einzustellen sind.

Der erste ist die durch die Anordnung der Stromkreise bedingte Höhe der Verlustziffer an *EMF*, welche man eben nicht nach Belieben erhöhen kann. Nehmen wir an, wir hätten folgende Kreise:

I.	Länge 200 *m* —	Anzahl d. Lampen	10 =	7·5 Amp.
II.	„ 16 „	„ „ „	50 =	37·5 „
III.	„ 30 „	„ „ „	8 =	6 „

Der Querschnitt dieser Kreise würde sein für einen Verlust:

	1 Proc.	2 Proc.	5 Proc.	10 Proc.	15 Proc.	20 Proc.
I	50	25	10	5	3·3	0·25
II	20	10	4	2	1·3	1·—
III	6	3	1·2	0·6	0·4	0·3
	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2

Nun wissen wir aber, dass wir $2^1/_2$ Ampères per Millimeter Querschnitt nicht überschreiten dürfen. Der erlaubte Querschnitt wäre daher für

I =	$7·5^A : 2·5 =$ 3 mm^2 =	ungefähr 15	$^0/_0$ Verlust
II =	$37·5^A : 2·5 =$ 15 „ =	„ $1^1/_2{}^0/_0$	„
III =	$6^A : 2·5 =$ 2·4 „ =	„ 2 $^0/_0$	„ .

Wie wir sehen, ist die Differenz zwischen den Querschnitten der einzelnen Kreise eine grosse. Wir müssen

daher suchen, sie zu equilibren, um eine gleichmässige Verlustziffer für sämmtliche Kreise herauszubekommen. Wie wir es auch anstellen mögen, werden wir in vorliegendem Falle kaum 3 Procent Verlust überschreiten können, ausser wir verzichteten auf eine Equilibrung des Stromnetzes.

Ein zweiter Factor ist zu beachten in dem Falle, als wir ein vollständig equilibrirtes Stromnetz mit einer hohen Verlustziffer, sagen wir 10 Procent vor uns hätten. Nehmen wir einen der Stromkreise, welcher etwa 50 Ampères zu tragen hätte. Die Pontentialdifferenz an der Dynamo sei 100 Volts, von welchen wir 10 Volts in den Leitern verlören. Der Widerstand der letzteren ist daher: $10^V : 50^A = 0{\cdot}2$ Ohm.

Nun verlöschen wir eine Lampengruppe dieses Stromkreises mit etwa 25 Ampères. Es wird daher der Verlust an Volts im selben Stromkreise nur mehr $25^A \times 0{\cdot}2^{Ohms} = 5$ Volts betragen, das heisst, die Lampen dieses Kreises, welche soeben mit 90 Volts Spannung brannten, werden auf einmal auf 95 Volts steigen und, wenn sie nicht sofort abbrennen, doch nur sehr kurze Zeit dauern.

Es geht daraus hervor, dass eine hohe Verlustziffer nur bei Anlagen mit äusserst constantem Lichtverbrauch angenommen werden kann, anderenfalls müsste in jeden Stromkreis entweder ein automatischer Regulator eingeschaltet werden oder anderweitig dafür gesorgt werden, dass die Variationen der Pontentialdifferenz in den Stromkreisen durch Einschaltung variabler Widerstände ausgeglichen werde.

Professor Forbes hat eine eigene Methode für die ökonomische Berechnung der Leiter.

Die folgenden Tabellen *A* und *B* machen es möglich, wenn der ungefähre Querschnitt eines Leiters durch erste Berechnung gegeben ist, schnell herauszufinden, ob es von Interesse ist, diesen Querschnitt zu erhöhen oder zu vermindern, um das Maximum der Ersparniss zu erreichen.

Die bei einer solchen Berechnung gewünschten Daten sind: die Erzeugungskosten einer elektrischen *HP* per Jahr, die Zinsen und gewünschte Amortisation in Bezug auf den Betrieb der Anlage und endlich die Erhöhung des Kostenpreises, wenn ein Kilogramm Kupfer mehr hinzugefügt wird.

Um von den Tabellen Gebrauch zu machen, geht man folgendermassen vor:

Erste Regel. Man gehe in der Tabelle *B* der obersten horizontalen Reihe nach, welche den Kostenpreis eines neu hinzugefügten Kilogrammes Kupfer anzeigt, bis zur gegebenen Zahl, und vergleiche damit die Verzinsung und man findet die gewünschte Zahl. Beispiel: Ein Leiter kommt per neu hinzugefügtes Kilogramm Kupfer um 2 Francs höher zu stehen. Man sucht daher in der obersten horizontalen Reihe die Rubrik 2·0, in welcher die gewünschte Zahl zu finden sein wird. Es sei 10 Procent die gewünschte Verzinsung und Amortisation des Anlagecapitals. Man findet in der Tabelle in der horizontalen Reihe, welche mit 10 Procent correspondirt und in der Rubrik 2·0 die Ziffer 18. Wenn wir wissen, dass die Erzeugung der elektrischen *HP* 250 Francs per Jahr kostet, so finden wir aus Tabelle *B*, dass der Querschnitt des Leiters zwischen 1·8 und 1·9 cm^2 sein muss, wenn man mit 10 Procent amortisiren will.

Zweite Regel. Um den Querschnitt in Quadratcentimeter für 100 Ampères zu finden, verfolge man in

Tabelle *A* die Reihe, welche mit den Kosten der Pferdekraft correspondirt, und sucht, bei der durch den ursprünglichen und mit der Tabelle zu vergleichenden gegebenen Querschnittziffer angekommen, die Ziffer, welche im Kopfe der Rubrik enthalten ist. Diese letztere gibt den Querschnitt, wie er sein soll. Hat man z. B., wenn uns die elektrische *HP* 250 Francs kostet, durch erste Rechnung die Leitung mit 19 veranschlagt, so wird man in der Tabelle als richtigen definitiv zu setzenden Querschnitt 1·8 finden.

Zur Hilfe für die Berechnung der Leiter geben wir nachfolgende Verhältnisse (siehe S. 35, 36 und 37) für Gewicht, Widerstand und Querschnitt für Kupferdrähte von 0·1 bis *mm* Durchmesser.

Tabelle *A*.

Querschnitt in Quadratcentimeter per 100 Ampères																					Preise per Pferdekraft u. per Jahr
4	6	8	1·0	1·1	1·2	1·3	1·4	1·5	1·6	1·7	1·8	1·9	2·0	2·2	2·4	2·6	2·8	3·0	3·5	4·0	
30	13	7·5	4·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
60	27	15	9·6	7·9	6·6	5·7	4·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40
90	40	22	14	12	10	8·5	7·3	6·4	5·6	5·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60
	53	30	19	16	13	11	9·8	8·5	7·5	6·6	5·9	5·3	4·8	—	—	—	—	—	—	—	80
	67	37	24	20	17	14	12	11	9·4	8·3	7·4	6·6	6·0	4·9	—	—	—	—	—	—	100
	80	45	29	24	20	17	15	13	11	9·9	8·9	7·9	7·2	5·9	5·0	—	—	—	—	—	120
	93	52	34	28	23	20	17	15	13	12	10	9·1	8·4	6·9	5·8	5·0	—	—	—	—	140
	—	60	38	32	27	23	20	17	15	13	12	11	9·6	7·9	6·6	5·7	4·9	—	—	—	160
	—	67	43	36	30	26	22	19	17	15	13	12	11	8·9	7·5	6·4	5·5	4·8	—	—	180
	—	75	48	40	33	28	24	21	19	17	15	13	12	9·9	8·3	7·1	6·1	5·3	—	—	200
	—	93	60	49	42	35	31	27	23	21	19	17	15	12	10	9·2	7·6	6·6	5·0	—	250
	—	—	72	59	50	42	37	32	28	25	22	20	18	15	13	11	9·2	8·0	5·9	—	300
	—	—	84	69	58	49	43	37	32	29	26	23	21	17	15	12	11	9·1	6·8	5·2	350
	—	—	96	79	66	57	49	42	37	33	30	26	24	20	17	14	12	11	7·8	6·0	400
	—	—	—	89	75	64	55	48	42	37	33	30	27	22	19	16	14	12	8·8	6·9	450
	—	—	—	99	83	71	61	53	47	41	37	33	30	25	21	18	15	13	9·8	7·7	500

Tabelle *B*.

Kosten eines hinzugefügten Kilogrammes Kupfer																	Verzinsung
1·2	1·3	1·4	1·5	1·6	1·7	1·8	1·9	2·0	2·5	3·0	3·5	4·0	5·0	6·0	7·0	8·0	
5·3	3·8	6·2	6·7	7·1	7·5	8·0	8·4	8·9	11	13	16	18	22	27	31	36	5 Procent
8·0	8·7	9·3	10	11	11	12	13	13	17	20	23	27	23	40	47	53	7½ „
11	12	12	13	14	15	16	17	18	22	27	31	36	44	53	62	71	10 „
13	14	16	17	18	19	20	21	22	28	33	39	44	56	67	78	89	12½ „
16	18	19	20	21	23	24	25	27	33	40	47	53	67	80	93	—	14 „

Durch-messer in *mm*	Querschnitt in *mm*²	Kilo-gramme per Kilometer	Kilometer per Kilo-gramme	Widerstand in Ohms für reines Kupfer 0° Centigrade	
				Ohms per Kilometer	Kilometer per Ohms
0·1	0·0079	0·0699	14·306	2034·2	0·00049
0·2	0·0314	0·2796	3·5765	508·23	0·00197
0·3	0·0707	0·6291	1·5896	226·02	0·00442
0·4	0·1257	1·1184	0·89413	127·14	0·00787
0·5	0·1963	1·7475	0·57224	81·367	0·01229
0·6	0·2827	2·5164	0·39739	56·504	0·01770
0·7	0·3848	3·4251	0·29196	41·514	0·02409
0·8	0·5027	4·4736	0·22353	31·784	0·03146
0·9	0·6362	5·6619	0·17662	25·113	0·03982
1·0	0·7854	6·9900	0·14306	20·342	0·04916
1·1	0·9503	8·4580	0·11823	16·811	0·05551
1·2	1·1310	10·066	0·099348	14·126	0·07079
1·3	1·3273	11·813	0·084651	12·036	0·08308
1·4	1·5394	13·700	0·072990	10·378	0·09635
1·5	1·7671	15·728	0·063582	9·0407	0·11061
1·6	2·0106	17·855	0·055883	7·9460	0·12585
1·7	2·2698	20·201	0·049502	7·0386	0·14207
1·8	2·5447	22·648	0·044155	6·2783	0·15928
1·9	2·8353	25·234	0·039629	5·6348	0·17747
2·0	3·1416	27·960	0·035765	5·0854	0·19664
2·1	3·4636	30·826	0·032440	4·6126	0·21680
2·2	3·8013	33·832	0·029558	4·2028	0·23794
2·3	4·1548	36·977	0·027044	3·8453	0·26006
2·4	4·5239	40·263	0·024837	3·5315	0·28316
2·5	4·9087	43·688	0·022890	3·2547	0·30725
2·6	5·3093	47·253	0·021163	3·0091	0·33232
2·7	5·7256	50·957	0·019624	2·7904	0·35838
2·8	6·1575	54·802	0·018248	2·5946	0·38542
2·9	6·6052	58·786	0·017011	2·4188	0·41344
3·0	7·0686	62·910	0·015896	2·2550	0·44346
3·1	7·5477	67·174	0·014887	2·1167	0·47243
3·2	8·0425	71·578	0·013971	1·9865	0·50340
3·3	8·5530	76·122	0·013137	1·8679	0·53535
3·4	9·0792	80·805	0·012375	1·7597	0·56829

Durchmesser in *mm*	Querschnitt in mm^2	Kilogramme per Kilometer	Kilometer per Kilogramme	Widerstand in Ohms für reines Kupfer 0° Centigrade	
				Ohms per Kilometer	Kilometer per Ohm
3·5	9 6211	85·628	0·011678	1·6605	0·60221
3·6	10·1788	90·591	0·011039	1·5696	0·63712
3·7	10·7521	95 694	0·010451	1·4859	0·67300
3 8	11·3412	100·94	0·009907	1·4087	0·70987
3·9	11·9459	106·32	0·009406	1·3374	0·74773
4·0	12·5664	111·84	0·008941	1·2714	0·78656
4·1	13·2025	117·50	0·008510	1·2101	0·82638
4·2	13·8544	123·30	0·008110	1·1532	0·86719
4·3	14·5220	129·24	0·007737	1·1001	0·90897
4·4	15·2053	135·33	0·007390	1·0507	0·95174
4·5	15·9043	141·55	0 007065	1·0045	0·99549
4·6	16 6190	147·91	0 006761	0 96133	1·0402
4·7	17·3494	154·41	0·006476	0·92085	1·0859
4·8	18·0956	161·05	0 006209	0 88289	1·1327
4·9	18·8574	167·83	0·005958	0·84722	1·1803
5·0	19·6350	174·75	0·005722	0·81367	1·2290
5·1	20·4282	181·81	0·005500	0·78207	1·2787
5·2	21·2372	189·01	0·005291	0·75055	1·3324
5·3	22 0618	196 35	0 005093	0.72416	1·38(9
5·4	22·9022	203·83	0·004917	0·69759	1·4335
5·5	23·7583	211·45	0·004729	0·67245	1·4871
5·6	24·6301	219·21	0·004562	0 64865	1·5417
5·7	25·5176	227·11	0·004403	0·62609	1·5972
5·8	26·4208	235·14	0·004253	0·60489	1·6537
5 9	27·3397	243·32	0·004110	0·58436	1·7113
6·0	28·2743	251·64	0 003974	0·56505	1·7697
6·1	29·2247	260·10	0·003845	0·54667	1·8292
6·2	30·1907	268·70	0·003722	0·52918	1·8897
6·3	31·1725	277·43	0·003605	0·51251	1·9512
6·4	32·1699	286·31	0·003493	0·49662	2·0136
6·5	33·1831	295·33	0·003386	0·48146	2·0770
6 6	34·2120	304·49	0·003284	0·46698	2·1414
6·7	35·2565	313·78	0·003187	0·45314	2·2068
6 8	36·3168	323·22	0·003087	0·43992	2·2732

Durch- messer in *mm*	Querschnitt in mm^2	Kilo- gramme per Kilometer	Kilometer per Kilo- gramme	Widerstand in Ohms für reines Kupfer 0° Centigrade	
				Ohms per Kilometer	Kilometer per Ohm
6 9	37·3930	332·80	0·003005	0·42726	2·3405
7·0	38·4865	342·51	0·002920	0·41514	2·4088
7·1	39·5928	352·37	0·002838	0·40352	2·4782
7·2	40·7150	362 36	0·002760	0·39239	2·5485
7·3	41·8539	372·50	0·002685	0·38172	2·6197
7 4	43·0085	382·78	0·002613	0·37138	2·6926
7·5	44·1786	393·19	0·002545	0·36163	2·7653
7·6	45·3646	403 74	0·002477	0·35218	2·8395
7·7	46·5663	414·44	0·002413	0·34309	2·9147
7·8	47·7836	425·27	0·002351	0·33435	2·9909
7·9	49·0167	436·25	0·002292	0·32594	3·0681
8·0	50·2655	447·36	0·002235	0·31784	3·1463
8·1	51·5300	458·62	0·002181	0·31004	3·2254
8·2	52·8102	470·01	0·002128	0·30252	3·3055
8·3	54·1061	481·54	0·002077	0·29528	3·3866
8·4	55·4177	493·22	0·002028	0·28829	3·4687
8·5	56·7450	505·03	0·001980	0·28155	3·5518
8·6	58·0881	516·98	0·001934	0·27504	3·6359
8·7	59·4468	529·08	0·001890	0·26875	3·7209
8·8	60·8212	541·31	0·001847	0·26268	3·8070
8·9	62·2114	533·68	0·001806	0·25681	3 8940
9·0	63·6173	566·19	0 001766	0·25113	3·9820
9·1	65·0388	578·85	0·001728	0·24564	4·0710
9·2	66·4761	591·64	0·001690	0·24033	4·1609
9·3	67·9291	604 57	0·001654	0·23519	4·2519
9·4	69·3978	617·64	0·001619	0·23021	4·3438
9·5	70·8822	630·85	0·001585	0·22539	4·4367
9·6	72·3823	644·20	0·001552	0·22072	4·5306
9·7	73 8981	657 69	0·001521	0·21620	4·6255
9·8	75·4297	671·32	0·001490	0·21180	4·7213
9·9	76·9769	685·09	0·001460	0 20755	4·8282
10·0	78·5398	699·00	0·001431	0·20342	4·9160

Dynamos.

Bei Wahl der Dynamo rufe man sich folgende Regeln in das Gedächtniss zurück:

Eine Dynamo mit separatem Erreger hat den Vortheil, dass ihre elektromotorische Kraft unabhängig ist von zufälligem Wechsel in dem Widerstand des Stromnetzes. Sie hat den Nachtheil, einer besonderen Erregerdynamo zu bedürfen.

Die Seriedynamo hat den Vorzug, billig zu sein und keiner Hilfserregung zu bedürfen. Sie hat aber den Nachtheil, erst bei einer gewissen Geschwindigkeit in Action zu treten. Auch ist ihre Function von einer gewissen Grenze des Widerstandes des Stromkreises abhängig. Ihre Pole kehren sich leicht um; sie kann daher zum Laden von Accumulatoren nicht verwendet werden. Je grösser der Widerstand des Stromkreises ist (je mehr Lampen z. B. auf Spannung geschaltet werden), desto schwächer wird die Leistungsfähigkeit der Dynamo, hingegen wird die letztere immer bedeutender, je mehr der Widerstand des Stromkreises (z. B. durch Parallelschaltung der Lampen) abnimmt.

Die Shuntdynamo ist der Umkehrung der Polarität nur schwer zugänglich. Ihr Leistungsvermögen wird stärker, je mehr der Widerstand des äusseren Stromkreises zunimmt, doch ist sie für unregelmässige Geschwindigkeiten viel empfindlicher, als die Seriedynamo.

Die Compounddynamos verlangen regelmässige Umdrehungsgeschwindigkeiten. Sie sind dort anzuwenden, wo eine constante Potentialdifferenz verlangt wird (bei parallel geschalteten Lampen), während für

Anlagen, wo ein constanter Strom verlangt wird (auf Spannung geschaltete Lampen) anders gestaltete automatische Regulirung in Anwendung kommt.

Die Dynamos werden ferner eingetheilt in Wechselstrom- und Gleichstrommaschinen.

Die letzteren werden unterschieden in Dynamos, bei welchen die auf dem Stromsammler aufgewickelten Leiter einen geschlossenen Stromkreis bilden, und in solche, bei welchen dies nicht der Fall ist (Brush, Thomson-Houston).

Die erste Classe dieser Gleichstromdynamos haben Armaturen in Form eines Ringes Gramme, Fuller-Gramme, Deprez-Gramme, Breguet-Gramme, Maxim, Cabella, Jürgensen, Hochhausen, Bürgin, Crompton, Kapp, Patterson & Cooper, Mather und Hopkinson. — Flachringmaschinen: Schuckert, Gülcher, Schuckert-Mordey, Gramme, Fein, Schwerd und Scharnweber, Fitzgerald, Edelmann, Lumley u. s. w. — Fernere Ringarmaturendynamos: Barnett, Lake, Sylvanus Thompson, Leipner, Brückner u. Ross, Gravier, Pöge, Fischinger, Kremenezky, Mayer & Co., Mather und Platt, Sennett, Kreidler jun., Edgerton. — Dynamos, bei welchen die Armatur festliegt und die Feldmagnete sich drehen: Bright, Boulot u. s. w. — Innenpolmaschinen, bei denen die Ringarmatur sich um die in ihrem Innern radial gelagerten Feldmagnete dreht: Siemens & Halske, Zipernowsky Déri u. Bláthy, Fein, Brush, Immisch.

Die zweite Classe hat Stromsammler in Form einer Trommel: Edison, Siemens, Edison-Hopkinson, Weston, Elphinston-Vincent, Zipernowsky, Thury u. s. w.

Dynamos mit mehreren Stromkreisen auf einem Stromsammler: Brush, Thomson-Houston, Newton,

Thomson, Bain, Hammerl. Diese Gattung von Dynamos wird zumeist nur zu Anlagen verwendet, in welchen eine grosse Anzahl Bogenlampen auf Spannung geschaltet wird.

Wechselstrommaschinen: Siemens, Gordon, Lontin, Zipernowsky-Déry, Gramme, Ferranti-Thomson, Jablochkoff, Slattery, Mordey.

Scheibenmaschinen: Edison, Elphinston-Vincent, Siemens, Jehl und Rupp, Bollmann u. s. w.

Die Gleichstrommaschinen erreichen höheren commerciellen und elektrischen Nutzeffect als die Wechselstrommaschinen. Die Parallelschaltung der letzteren ist umständlicher, als bei Gleichstromdynamos.

Seriedynamos sind für Schaltung auf Spannung weniger geeignet, als Shuntdynamos. Dasselbe gilt von den Compoundmaschinen.

Wechselstrommaschinen können nicht auf Spannung geschaltet werden, da dieselben gegenseitig suchen ihren Strom zu anulliren. Parallel geschaltet können Wechselstrommaschinen wohl werden, aber der Strom der beiden addirt sich, und die Phasen der *EMF* der Maschinen werden gleich, während bei auf Spannung geschalteten Maschinen die Phasen diametral entgegengesetzt werden.

Wechselstrommaschinen auf Spannung zu schalten, ist nicht nöthig, da dieselben ohnedies für hohe Spannungen gebaut werden. Sie aber parallel zu schalten, wird besonders in Centralstationen nothwendig. Um dies zu bewerkstelligen, ist es nothwendig, dass die auf Quantität zu schaltenden Maschinen gleiche Umdrehungsgeschwindigkeit haben und nur dann zusammengekoppelt werden, wenn ihre Phasen vollständig gleich sind. Um

diesen günstigen Moment zu erkennen, bedient man sich eines Phasenindicators, welcher entweder durch Lampen oder durch ein Läutewerk oder durch einen anderen Avertisseur anzeigt, in welchem Momente die Stromproduction der zu kuppelnden Maschinen eine identische ist. Zipernowski-Déry-Bláthy bedienen sich als Indicator eines Transformators für hochgespannte Ströme. Automatische Apparate zur Kuppelung von Wechselstrommaschinen sind unnöthige Complicationen, da man bei diesem wichtigen Manöver der Aufsicht eines gewissenhaften Wärters ohnehin nicht entbehren kann.

Eine Wechselstrommaschine, bei welcher die Armatur feststeht, während sich der Inductor dreht, ist anderen Typen vorzuziehen, da die sich drehenden schweren Magnete zugleich als Schwungrad dienen, was bei langsamgehenden Motoren wichtig ist. — Mordey's Maschine hat blos einen einzigen grossen Elektromagneten als Inductor, dessen Polenden sternförmig ausgeschnitten und über die Inductionsspule zurückgebogen sind.

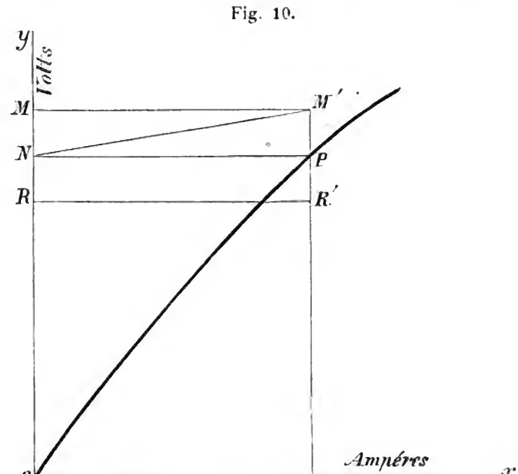
* * *

Es kann sehr häufig vorkommen, dass das Stromnetz für Lichtanlagen auch zur Abgabe von motorischer Kraft benutzt wird. Um die Construction der in Gebrauch kommenden und mit einer bestimmten Geschwindigkeit sich drehenden Motoren zu berechnen, kann man sich der graphischen Methode bedienen.

Die Stromintensität wird als Abscisse (Fig. 10) und die elektromotorische Kraft als Ordinate eingetragen. Als bekannt wird vorausgesetzt der Procentsatz der elektrischen Energie, welcher zur Erhaltung des magnetischen Feldes aufgewandt wird. Auf der Ordinate OM

ist N für diesen Procentsatz einzutragen, welcher durch $NM \div OM$ ausgedrückt wird. Ebenso bekannt ist der Procentsatz an Energie, verloren durch die Reibung in den Lagern und an den Bürsten. Man zeichne den Punkt R ein, so dass $NR \div ON$ diesen Procentsatz repräsentirt. Von Ox schneide man OH ab, so dass

Fig. 10.



die Fläche $OHR'R$ die effective mechanische Kraft des Motors in Watts bedeutet. Wenn z. B. der Motor 1 Pferdekraft entwickeln soll, muss die Fläche $OHR'R$ gleich 746 Watts sein. OH bedeutet den Strom in Ampères und HP ist die motorische Gegenkraft, welche der Motor entwickeln muss. Der Motor muss ferner so construirt sein, dass, wenn er eine Umdrehungsgeschwindigkeit von n Touren per Minute hat, seine Charak-

teristische P durchschneiden muss. Der ökonomische Coëfficient wird gleich sein $HP \div HM'$ und der reine Nutzeffect $= HR' \div HM'$. Die von der Magnetisirung absorbirte Energie wird gemessen durch die Fläche $NPM'M$. Die Tangente des Winkels PNM' ist gleich dem Widerstande des Stromsammlers und der Magnete, wenn wir das Beispiel einer Seriedynamo annehmen.

*
* *

Auf Seite 44, 45, 46, 47, 48, 49 und 50 folgen einige Daten über mehrere bekannte Dynamos.

Als besondere praktische Vorzüge werden von einzelnen Constructeuren angerühmt:

Starker Querschnitt der Magnetschenkel. Praktische Form des Commutators. Isolirung der Segmenttheile des Commutators durch Luftzwischenräume. — Anordnung, dass anstatt den ganzen Commutator abzuschrauben, blos einzelne Segmenttheile abgelöst und durch neue ausgewechselt werden können. — Mehrere Bürsten auf einem Bürstenhalter. — Die Schmiergefässe sind als Oelfilter eingerichtet. — Eine am Commutator angebrachte Blasevorrichtung soll die Bildung von Funken verhindern oder dieselben rasch verlöschen machen. — Auf dem Stromsammler ist ein Schwungrad zur Ausgleichung von Variationen in der Umdrehungsgeschwindigkeit angebracht. — Leichte Zugänglichkeit und leichte Zerlegbarkeit aller Theile. — Riemen-Spannvorrichtung. — Lange Dauer der Bürsten und des Stromsammlers. — Einfachheit der Bewickelung der Armatur. — Widerstand der Bewickelung gegen die Centrifugalkraft. — Geräuschloser Gang. — Schwer abnützbares Lagermetall für die Achse.

Type	Volts	Ampères	Tourenzahl	Gewicht in Kilogramm
Edison in Paris:				
1	55	40	1400	330
1	75	30	—	„
1	110	20	1400	„
2	55	80	1400	490
2	75	60	—	„
2	110	40	1400	„
3	55	150	1200	1045
3	75	110	—	„
3	110	75	1200	„
4	55	300	1000	1520
4	75	225	—	„
4	110	150	1000	„
5	55	480	900	2670
5	75	360	—	„
5	110	240	900	„
6	55	640	800	3370
6	75	500	—	„
6	110	320	800	„
7	55	800	700	4370
7	75	600	—	„
7	110	400	700	„
8	55	1600	350	—
8	75	1200	—	—
8	110	800	350	—
Original-Gramme für Bogenlampen				
Nr. 1	210 70	187 550		
„ 2 bis	70 210	470 150		

Type	Volts	Ampères	Tourenzahl	Gewicht in Kilogramm
Nr. 2	210 70	112 350		
„ 3	210 70	75 230		
„ 4 bis	210 70	55 170		
„ 4	210 70	40 115		
„ 5	70	60		
„ 6	70	30		
„ 7	70	14		
„ 8	55	10		
Original-Gramme für Glühlampen				
Nr. 1	110	375		
„ 2 bis	110	300		
„ 2	110	225		
„ 3	110	150		
„ 4 bis	110 55	110 220		
„ 5	110 55	40 80		
„ 6	110 55	20 40		
„ 7	55	20		
„ 8	55	10		
„ 9	25	10		
Siemens & Halske, Berlin.				
gH4	65	8	2000	68
gH4b	100	12		230
gH4b	65	18		

Type	Volts	Ampères	Tourenzahl per Minute	Gewicht in Kilogramm
*gH*5	100	20	1300	266
*gH*5	65	30	—	—
*gH*6	120	30	—	480
*gH*6	100	35	1200	—
*gH*6	65	50	—	—
*gH*6*A*	120	40	—	600
*gH*6*A*	100	50	1200	—
*gH*6*A*	65	70	—	—
*gH*7	120	60	—	730
*gH*7	100	70	1100	—
*gH*7	65	105	—	—
*gH*8	120	90	—	1030
*gH*8	100	105	1000	—
*gH*8	65	160	—	—
*gH*14	120	140	800	1580
*gH*14	100	160	—	—
*gH*14	65	240	—	—
*nH*17	120	210	650	2350
*nH*17	100	250	—	—
*nH*17	65	380	—	—
*nH*18	120	260	900	2642
*nH*18	100	320	—	—
*nH*18	65	480	—	—
*nH*20	120	420	600	4250
*nH*20	100	500	550	—
Nr. Helios-Gülcher				
10 Compound (1 Stromsammler)	65	1200	300	8000
9 „ (2 „)	65	800	400	7000
8 „ (1 „)	65	500	300	3500
7 „ (2 „)	65	300	450	1800
6 „ (1 „)	65	240	600	1400
5 „ (1 „)	65	180	600	750

Type	Volts	Ampères	Tourenzahl	Gewicht in Kilogramm
Nr.				
4 Compound (1 Stromsammler)	65	130	450	850
3 „ (1 „)	65	70	800	500
2 „ (1 „)	65	50	900	320
1 „ (1 „)	65	25	1000	210
Elwell-Parker, London:		Watts		Engl. Pfund
B 1	40—70	1000	1250	550
2	40—80	2000	1250	760
3	40—100	3000	1250	1060
4	50—100	5000	1250	1450
5	50—130	8000	1250	2170
6	50—130	12000	1000	3350
7	90—140	18000	900	3950
8	90—150	24000	900	5270
9	100—200	30000	700	6120
10	100—200	40000	700	7180
Lahmayer, Aachen.		Volts		*kg*
G I	110	15	1500	350
	65	25	1500	350
II	110	24	1400	450
	65	40	1400	450
III	110	36	1260	560
	65	60	1260	560
III *a*	110	45	1240	590
	65	75	1240	590
IV	110	60	1200	820
	65	100	1200	820
IV *a*	110	80	1180	870
	65	130	1180	870
V	110	110	960	1270
	65	180	960	1270
VI	110	140	840	1600
	65	230	840	1600

Type	Volts	Ampères	Tourenzahl	Gewicht in Kilogramm
VII	110	180	760	1900
	65	300	760	1900
VII *a*	110	240	680	2200
	65	400	680	2200
VIII	110	360	580	3500
	65	600	580	3500
IX	110	590	450	6100
	65	1000	450	6100
Oerlikon, Zürich.				
1	65	15	1800	200
2	65	30	1600	350
3	65	50	1400	500
4	65	75	1200	650
5	65	100	1000	870
6	65	150	700	1350
7	65	200	600	1800
8	65	300	550	2700
9	65	400	500	3600
10	65	600	400	5400
11	65	800	350	7000
12	65	1000	300	8500
I	200		1250	750
II	400		1000	1250
III	600		800	2500
IV	700		700	3500
V	800		600	6000
VI	900		500	9000
VII	1000		450	12000
VIII	1100		400	15000
IX	1200		360	18000
X	1300		320	22000
XI	1400		280	26000
XII	1500		240	30000

Type.	Volts	Ampéres	Tourenzahl	Gewicht in Kilogramm
Schuckert, Nürnberg.	Watts			
JL 1/2	825		1500	100
1	1650		1250	180
2	2420		1000	300
3	4070		1080	350
4	5720		960	440
5	8250		770	680
6	12.320		700	1020
6*a*	16.500		680	1140
7	24.750		660	1330
8	38.500		550	2400
9	60.500		400	3200
E 1/2	825		1500	110
1	1650		1250	200
2	2420		1000	330
3	4070		1080	380
4	5720		960	480
5	8250		770	730
6	12.320		700	1100
Z — 6*a*	16.500		680	1230
7	24.750		660	1430
8	38.500		550	2600
9	60.500		400	3500
10	88.000		350	4600
11	121.000		300	5750
12	165.000		270	7000

Type	Volts	Ampères	Tourenzahl	Gewicht in Kilogramm
Thury, Genf.				
C 1	100—110	10	1400	90
C 2		20	1300	170
C 3		35	1200	250
C 4		50	1100	400
C 5		75	1000	700
C 6		110	900	900
H 1		250	450	2000
H 2		350	450	2500
H 3		500	450	3000
H 3 *b*		500	250	4500
H 4		700	250	4500
Thomson-Houston, Boston.	Bogenlampen à 2000 Kerzen	Bogenlampen à 1200 Kerzen		
C	3	4	1250	272
E	6	9	1000	544
G	10	15	900	861
H	12	18	950	906
I	16	24	850	1182
J	18	25	850	1223
K	20	30	850	1268
L	25	38	850	1768
M	30	45	850	1903
L D	35	50	820	1902
M D	50	—	820	2378

Accumulatoren.

Die Hauptelemente eines Kostenvoranschlages für eine Accumulatoren-Anlage sind folgende:

Eine Shunt-Dynamo.

Ein Regulator des Erregerstromes.

Ein Voltmeter für den Ladungsstrom.

Ein Ampèremeter für den Ladungsstrom.

Ein automatischer Ausschalter, welcher den Strom zwischen Accumulatoren und Dynamo unterbricht, wenn entweder die Dynamo still steht oder aber die Stromspannung der Accumulatoren höher wird als jene der Dynamo.

Ein Umschalter, die Aus- oder Zuschaltung von Reserve-Elementen oder von entsprechenden Widerständen gestattend.

Ein Ampèremeter für den Entladungsstrom.

Ein Voltmeter für den Entladungsstrom.

Weiters sollen vorgesehen werden:

Ein Voltmeter, die Zehntel eines Volts anzeigend, zur Controlirung der Pontentialdifferenz eines jeden einzelnen Elementes.

Ein Erdstromanzeiger.

Ein Signalapparat für Controlirung der Ladung und Entladung.

Ein Aërometer oder Hydrometer zur Controlirung des Säuregehaltes eines jeden einzelnen Elementes.

Eine graduirte Eprouvette und eine Pipette für denselben Zweck.

Isolatoren aus Glas oder Porzellan, auf welchen die Accumulatoren ruhen.

Ein Wasserdestillirapparat.

Ein Säurebehälter.

Ein Mischbottich zur Herstellung des angesäuerten Wassers.

Dünne Lamellen aus Fischbein oder aus Ebonit, um zwischen den Platten der Elemente die metallischen Abfälle zu entfernen.

Ein Waschapparat zum Reinigen der Elemente.

Ein Löthapparat zur Reparation der schadhaft oder locker gewordenen Platten.

Ein rollender Flaschenzug zum Hin- und Hertransportiren der Elemente.

Eine Hucke für denselben Zweck.

Glasstangen, auf welchen die Platten in dem Recipienten ruhen.

Reserveplatten.

Reserverecipienten.

Reservebleistreifen zur Verbindung der einzelnen Elemente untereinander.

Mutterschrauben mit Holzklötzchen für diese Streifen.

Gabeln aus Ebonit, Glas oder Celluloid, um die Platten von einander entfernt zu halten.

Glasscheiben zum Zudecken der Elemente, um das Ausstäuben des säurigen Wassers während des Ladens zu verhindern.

Weiters halte man sich im Gedächtnisse:

Die besten Recipienten sind jene aus Glas.

Rein hölzerne sind unter keinen Umständen in Gebrauch zu nehmen.

Etwas besser sind hölzerne, mit Bleiblech gefütterte Recipienten, doch werden dieselben sehr gerne leck und sind für längeren Betrieb weit unökonomischer als die

Anfangs theureren, aber sehr gut isolirenden Glasrecipienten.

Die Accumulatoren sollen ihrer leichten Handhablichkeit und ihrer besseren Isolirung wegen auf halbe Mannshöhe vom Boden entfernt werden.

Sie sollen leicht zugänglich sein, da sie häufiger Reparaturen bedürfen.

Sie sollen so wenig als möglich gerüttelt und daher auf ruhigen Orten placirt werden.

Sie sollen so eingerichtet sein, dass ihre positiven Platten leicht herausgehoben werden können, ohne deswegen das ganze Element zerlegen zu müssen.

Wenn möglich, soll an jedem Element eine Abflussvorrichtung für den Bodensatz angebracht sein.

Verbindungsschrauben und -Drähte aus Kupfer sollen vermieden werden.

Die Elemente sollen mittelst Bleistreifen zusammengefügt werden. Die hierzu verwendeten Mutterschrauben sollen durch Holzklötzchen von den Bleistreifen isolirt sein.

Die Elemente sollen von der Erde so gut als möglich isolirt sein. Jede Ableitung zur Erde soll, wie sie wahrgenommen wird, augenblicklich entfernt werden.

Zwischen den Platten und dem Boden des Recipienten soll so viel als möglich Zwischenraum sein, damit der Bodensatz nicht so schnell an die Platten heranreiche.

Zur Aufstellung der Elemente sollen Isolatoren aus Glas und Porzellan verwendet werden. Zwischen den Elementen untereinander und zwischen Element und Stellageboden sei genügender Luftraum vorhanden, um einestheils die Elemente von einander zu isoliren, anderentheils Lecke in den Recipienten leicht controliren zu können.

Zur Aufstellung der Platten in den Recipienten verwende man Glasstangen und vermeide hölzerne Unterlagen.

Der Säuregehalt der Elemente ist wenigstens einmal per Woche zu controliren; Ungleichheiten zwischen den einzelnen Elementen sind sofort abzustellen.

Wenn die Elemente täglich nur kurze Zeit im Gebrauche sind, bringe man einen Walzencommutator an, welcher es ermöglicht, die Verbindung der Elemente unter sich aufzuheben, um Entladungen eines Elementes in das andere zu vermeiden. Derselbe Commutator schaltet im Gebrauchsfalle durch eine einfache Umdrehung die Elemente wieder auf Spannung.

Die Batterie soll nie auf gänzliche Erschöpfung entladen werden.

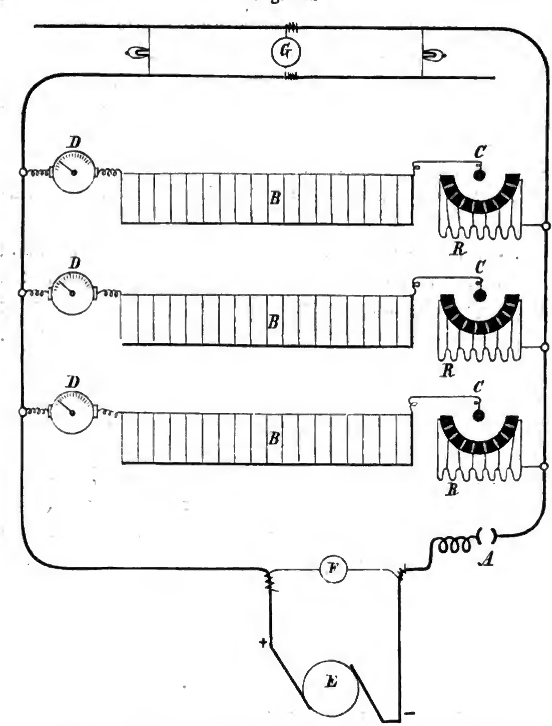
Man kupple die Elemente nur im äussersten Nothfalle zu Zweien oder Dreien auf Quantität, um aus solchen doppelten oder vervielfachten Elementen eine Batterie zu bilden. Man wähle entweder genügend grosse Elemente um eine solche Schaltungsweise zu vermeiden, oder aber bilde lieber statt einer zwei oder mehrere Batterien, welche man während des Ladens durch Widerstände auf gleicher Beanspruchung erhält. (Fig. 11.)

Man vermeide, so weit es angeht, Elemente mit zahlreichen, aber kleinen Platten und ziehe solche mit wenigen, aber grossen Platten vor, da deren Unterhaltung und Ueberwachung eine leichtere ist.

Man verlange von den Accumulatoren keinen anstrengenden Dienst und gehe als Entladung nicht über sechs Stunden täglichen Gebrauch hinaus.

Man gebe sich über die Dauer der positiven Platten keinen Illusionen hin und garantire deren Dauer nicht über zwei Jahre.

Fig. 11.



A = Automatischer Ausschalter für Trennung der Accumulatoren von der Dynamo.
B = Batterien.
C = Handrhéostaten, um gleich starke Ladung aller drei Batterien zu erzielen.
D = Ampèremesser.
E = Dynamo.
F = Voltmesser für den Ladungsstrom.
G = Voltmesser für den Entladungsstrom.
R = Widerstände.

Man nehme an, dass die jährlichen Unterhaltungs- und Reparaturkosten einer Accumulatorenbatterie wenigstens 10 Procent des Ankaufswerthes betragen.

Eine Accumulatorenbatterie kann nur dann mit Erfolg als Lichtregulator verwendet werden, wenn ihre Capacität ausreichend ist, um nothwendigerweise die Dynamo ganz ersetzen zu können.*)

Hier noch Daten über einige Typen von Accumulatoren:

Jullien. Dieselben bestehen aus einer Legirung von Blei, Antimon und Quecksilber, um die Platten unoxydirbar zu machen. Die Gitterzellen sind ausgefüllt mit einer Mischung von Bleioxyd, Minium und Litharge. Jede positive Platte ($90 \times 110 \times 25\, mm$) hat ungefähr 80 Gramm, jede negative 85 Gramm actives Material. Die Flüssigkeit besteht aus 85 Theilen Wasser und 15 Theilen Schwefelsäure von $1{\cdot}84^0$ Dichte.

Die Verminderung des Gewichtes der Elektroden eines Elements nach zehnstündiger Ladung beträgt 64 Gramm; die Zunahme des Gewichts der Elektroden bei der Entladung 59 Gramm.

$$PbO_2 + 2H_2SO_4 + Pb = PbSO_4 + 2H_2O + PbSO_4$$

Angestellte Versuche haben für Elemente von 17 Kilo Gewicht ergeben:

	Ladung	Entladung
Dauer in Stunden	8	3·55
Elektromotorische Kraft (5 Elemente) in Volts	12·13	10·14

*) Dieses Capitel handelt nur von Accumulatoren, deren beide Pole aus Bleiplatten bestehen. Zink-Blei- und Kupfer-Bleielemente sind in der Praxis weniger bekannt.

	Ladung	Entladung
Ampères	18·08	29·47
Ampèrestunden	144·6	104·6
Wattstunden	1755·2	1060·8

Die elektromotorische Kraft ist während der Entladung um 11 Procent gesunken. Der Nutzeffect der Batterie ist 60·5 Procent.

Brush. Gewicht einer Platte 4·2 Kilogramm. (Versuch, angestellt mit einer Batterie von 15 Elementen.)

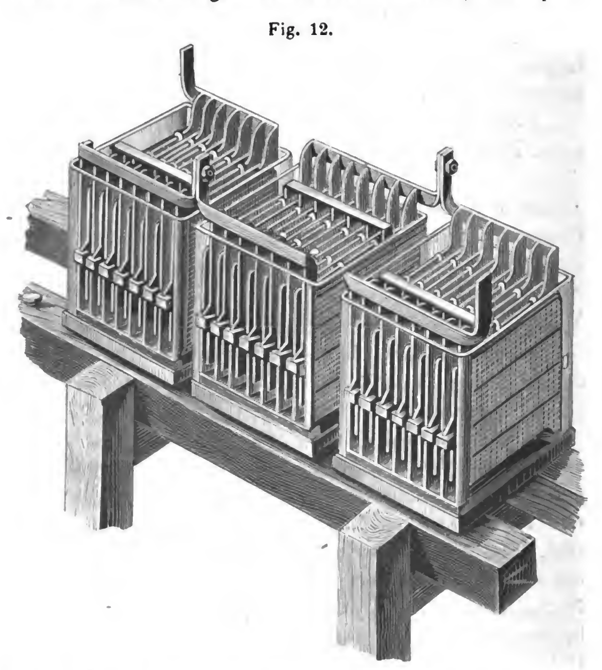
	Ladung	Entladung
Dauer in Stunden	3	5·30
Elektromotorische Kraft in Volts	38·19	26·86
Ampères	10·78	5·63
Ampèrestunden	32·34	29·83
Wattstunden	1016·—	798·—

Niedergang der elektromotorischen Kraft während der Entladung ungefähr 25 Procent. Nutzeffect: 80·3. (Nach Higgins.)

Schenek und Farbaky. Besonders zu bemerken als Neuerung, dass das Bleigitter der Platten grössere und kleinere Oeffnungen hat, von welchen nur erstere mit Füllmasse ausgefüllt, die letzteren leer gelassen sind. Diese Einrichtung hat den Zweck, einer Ausdehnung der Füllmasse Spielraum zu gewähren (durch Nachgiebigkeit der jede Portion der Füllmasse umgebenden bleiernen Einfassung) und auf diese Art einer Deformation der Platten und den damit verbundenen nachtheiligen Folgen vorzubeugen. Nutzeffect 91 Procent für die Ampèrestunden und 78$^1/_2$ Procent für die Wattstunden, bei einer Abnahme der Klemmenspannung von kaum 8 Procent nach einer Entladung von 1000 Ampèrestunden. Per Stunde und Ampère ent-

wickeln sich 2·24 *g* Schwefelsäure aus den Platten und nehmen die letzteren beim Entladen ebensoviel Säure wieder auf. Die Bleigitter sind stark im Metalle, 10, respec-

Fig. 12.



tive 12 *mm* dick, die Maschen sind 20 *mm* weit, der Querschnitt der Stäbe ist kreuzförmig. Die Füllmasse der positiven Platten besteht aus Mennige und Bleiglätte mit einem geringen Cokezusatz, die der negativen aus Bleiglätte mit etwas Bimsstein. Die Accumulatoren

werden bis jetzt in zwei verschiedenen Grössen erzeugt. Nr. 1 hat ein Plattengewicht von 150 *kg*, eine Capacität von 1200 Ampèrestunden bei einem Entladungsstrom von 160 Ampères.

Reckenzaun. Die Platten werden hergestellt, indem entweder schwammiges Blei in halbgeschmolzenes ein-

Fig. 13.



gedrückt oder aber geschmolzenes flüssiges Blei über schwammiges gegossen wird.

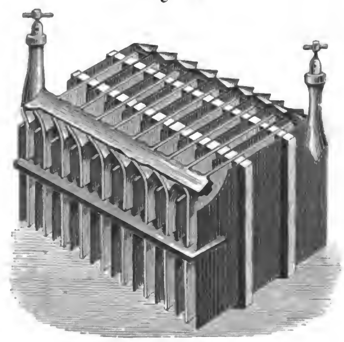
Reynier. Die Platten werden durch eine Isolirschicht (Filz) voneinander getrennt. Die Dimensionen der grössten Elemente sind 40 × 24 × 32 *cm*. Gewicht 36·5 *kg* per Platte.

Montand. Eine Plantéart mit rapider Formation.

Gadot. Doppelte zusammengepresste Platten. Dimensionen des grössten Elementes $50 \times 48 \times 28$ *cm*.

Hier noch einige Angaben über Dimensionen und

Fig. 14.



Leistungsfähigkeit einiger bekannter Accumulatoren. Fig. 12, 13 und 14 veranschaulichen die neueste auf den Markt gebrachte Form von secundären Zellen.

Accumulatoren Woodhouse & Rawson.

Anzahl der Platten	Recipient aus	Ampères		Ampère-stunden	Aeussere Dimensionen				Gewicht des ganzen Elementes mit Säure
		Ladung	Ent-ladung		Länge *mm*	Breite *mm*	Höhe *mm*	Totale Höhe *mm*	
5	Ebonit	3—5	1—7	35	45	178	235	273	4.535
5	Holz	3—5	1—7	35	64	209	260	293	6.803
11	„	6—11	1—15	75	108	209	260	293	9.071
17	„	10—17	1—25	120	140	209	260	293	13.608
23	„	15—23	1—35	160	197	209	260	293	20.411
35	„	20—35	1—50	250	266	209	260	293	29.483
7	Glas	9—12	1—14	150	127	280	330	381	31.751
7	Holz	9—12	1—14	150	127	311	400	432	34 019
11	Glas	15—20	1—22	185	178	297	317	394	44.452
11	Holz	15—20	1—22	185	159	298	335	418	44.452
15	Glas	20—25	1—30	330	215	279	330	406	55.338
15	Holz	20—25	1—30	330	203	298	335	418	55 338
23	Glas	32—37	1—46	500	305	279	330	418	81.646
23	Holz	32—37	1—46	500	286	298	335	418	81.646
31	Glas	44—50	1—60	660	394	279	330	418	107.501
31	Holz	44—50	1—60	660	394	305	335	418	107.501

Accumulatoren von *EPS* in London.

Accumulator		Stromstärke in Ampères		Capacität	Aeussere Dimensionen in englischen Zoll (inch)				Gesammtgewicht in englischen Pfund
Anzahl und Type der Platten	Recipient aus	bei der Ladung	bei der Entladung	Ampère-stunden	Länge	Breite	Höhe	Gesammte Höhe	
7 S	Holz	5—8	1—8	48	3 1/2	7 1/2	11 1/2	13	23
	Glas	5—8	1—8	48	4	7 1/2	10 3/4	12 1/4	24
11 S	Holz	10—13	1—13	78	4 3/4	7 1/2	11 1/2	13	31
	Glas	10—13	1—13	78	5 1/8	7 1/2	10 3/4	12 1/4	32
15 S	Holz	12—18	1—18	108	6	7 1/2	11 1/2	13	41
	Glas	12—18	1—18	108	6 3/8	7 1/2	10 3/4	12 1/4	42
23 S	Holz	18—25	1—25	150	8 1/4	7 3/4	11 1/2	13	59
	Glas	18—25	1—25	150	8 1/2	7 1/2	10 3/4	12 1/4	60
31 S	Holz	25—35	1—35	210	11	8	11 1/2	13	78
	Glas	25—35	1—35	210	11 1/4	7 1/2	10 3/4	12 1/4	79
7 L	Holz	10—13	1—13	130	5 1/4	11 3/4	15	18	70
	Glas	10—13	1—13	130	5	11	13 1/4	16	64
11 L	Holz	16—22	1—22	220	7 5/8	11 3/4	15	18	111
	Glas	16—22	1—22	220	7	11	13 1/4	16	103
15 L	Holz	25—30	1—30	330	9 7/8	11 3/4	15	18	141
	Glas	25—30	1—30	330	9 3/4	11	13 1/4	16	131
23 L	Holz	38—46	1—46	500	14 3/8	11 3/4	15	18	212
	Glas	38—46	1—46	500	14	11	13 3/8	16	195
31 L	Holz	50—60	1—60	660	18 3/4	12	15	18	297
	Glas	50—60	1—60	660	18 1/4	11	13 3/8	16	255

Elektrische Beleuchtung mit primären Zellen.

Elemente, welche eine elektromotorische Kraft unterhalb 2 Volts haben, sind nicht in Rechnung zu ziehen.

Als Maximum der Arbeitsfähigkeit ist blos die Hälfte der elektromotorischen Kraft*) jeder Zelle in Rechnung zu ziehen.

Es seien 40 Glühlampen à 45 Volts und 0·5 Ampères zu speisen. Die *FEM* der Batterie muss daher $2 \times 45 = 90$ Volts sein, was $\frac{90}{1 \cdot 8} = 50$ Bunsen-Elemente ausmacht. Der Widerstand einer Glühlampe sei $\frac{50}{0 \cdot 5} = 100$ Ohms, der Gesammtwiderstand des äusseren Stromkreises $= 2 \cdot 5$ Ohms. Es muss also der Widerstand der Batterie gleich 2·5 Ohms sein, was für jede Zelle 0·05 Ohms ergiebt.

Ein gewöhnliches Bunsenelement, 20 *cm* hoch, hat einen Widerstand von etwas weniger als 0·1 Ohm; man müsste daher zwei Reihen von 50 Elementen, auf Quantität geschaltet, nehmen. Unter diesen Verhältnissen ist die Intensität der Batterie $= 20$ Ampères, nachdem jede Reihe 10 Ampères giebt.

Hier einige Daten über die Elemente höherer Spannung.

Bunsen-Element. Die elektromotorische Kraft bleibt bei gewöhnlicher Salpetersäure über 1·8 Volt bis zu 350 Ampèrestunden. Von hier an nimmt sie rapid

*) Ledeboer, Lumière Electrique.

ab. Das angesäuerte Wasser der äusseren Zelle muss hierauf erneuert werden. Geschieht dies nicht, so nimmt der innere Widerstand des Elementes durch Bildung von Zinkvitriol rapid zu.

Chromsäure und Bichromate. Eine Mischung von 750 Wasser, 380 Chromsäure und 220 Schwefelsäure. Die elektromotorische Kraft fällt innerhalb 20 Ampèrestunden von 1·8 auf 1·0 Volt und nimmt dann langsam noch weiter ab.

Eine Lösung von doppeltchromsaurem Kali 34 *g* in 250 *g* Wasser und 92 *g* Schwefelsäure. Die elektromotorische Kraft fällt innerhalb 20 Ampèrestunden von

Elektromotorische Kraft des Elementes in Volts		Dichtigkeit der Säure in Beaumé-Graden
vor der Arbeit	nach 5 Minuten Arbeit im Kurzschluss	
1·00	0·25	0
1·05	0·95	5
1·48	1·05	10
1·70	1·28	15
1·80	1·38	20
1·84	1·70	25
1·85	1·82	30
1·86	1,84	32
1·87	1·85	34
1·87	1·86	35 *)
1·95	1·94	37
1·96	1·94	40
1·98	1·95	45
2·08	1·98	48
2·15	2·00	49

*) Im Handel vorkommende Säure.

2·0 auf 1·2 Volt und nimmt von hier an rapid ab, kaum 60 Ampèrestunden im Ganzen gebend.

Es ist daher zu ersehen, dass für elektrische Beleuchtung blos jene Elemente in Betracht kommen, wo die Salpetersäure als Depolarisator auftritt.

Die Energie eines solchen Elementes hängt viel von dem Grade der Concentration der verwendeten Salpetersäure ab, wie vorstehende Tabelle (Seite 64) zeigt.

Es giebt verschiedene Elemente, welche eigens für Beleuchtungszwecke construirt werden. Unter diesen sind:

Perreuz, Lloyd et fils. Kohle-Zink. Polarisirende Flüssigkeit: 1 Theil Schwefelsäure, 1 Theil Salpetersäure, 0·5 Theile Chlorwasserstoff. Hierzu kommt doppeltchromsaures Kali als siebenter Theil des ganzen Gemenges. In den äusseren Behälter kommt stark verdünnte Schwefelsäure.

Newton. Zink-Eisen. An die Eisenplatten sind depolarisirende Platten aus Bleioxyd angeheftet. Eine Aetzkalilösung umgiebt das Ganze. Jedes Element hat eine anfängliche Spannung von 0·69 Volts und soll sehr constant sein.

Lalande und Chaperon. Das Element besteht aus einem gusseisernen Gefässe, welches am Boden als Depolarisator gekörntes Kupferoxyd, als erregende Flüssigkeit Kali-, eventuell Natronlauge enthält, in welche ein, an einem Ebonitdeckel befestigter Zinkstab taucht. Auf diese Weise zusammengestellt, soll das Element bei einer elektromotorischen Kraft von 0·9 Volts einen sehr constanten Strom bei verhältnismässig langer Dauer geben. Ist das Element ausgebraucht, so lässt sich die Lauge durch Einleiten von Schwefelwasserstoffgas von dem darin gelösten Zinkoxyd und durch Kochen

mit Aetzkalk von der allenfalls aufgenommenen Kohlensäure befreien und so wieder gebrauchsfähig machen.

Schanschieff. Zink-Kohleelement mit nur einer Flüssigkeit, Lösung von basischem Quecksilbersulfat. Die *EMF* dieser Zellen soll 1·39 Volts, der Widerstand 0·15 Ohms für je 19 Quadratzoll Zink sein. Die *EMF* soll nach 8 Stunden von 1·33 auf 1·30, dann nach weiteren zwei Stunden auf 1·06 Volts sinken. Verbraucht wird allein Zink, da das Quecksilber wieder gewonnen wird.

Eclipse battery. Zink in Schwefelsäure. Als Negativ Kohle in poröser Zelle, in welcher sich eine Lösung von salpetersaurem Kali befindet.

D'Humy. Positiv Eisen. Negativ Kohle in poröser Zelle, in welcher sich Salpetersäure befindet. Das Eisen ist in Wasser getaucht.

Whitall. Die Erregerflüssigkeit besteht aus 1230 *g* doppelchromsaurem Natron, welches man in 5000 *g* Wasser löst, wozu 1800 *g* Schwefelsäure (66°) gesetzt werden, in der 3 *g* übermangansaures Kali, 3 *g* schwefelsaure Magnesia und 6 *g* schwefelsaures Kali gelöst worden sind. Will man das Salzgemisch allein und fest herstellen, dem nur noch Wasser zuzufügen ist, so mischt man 2 *g* übermangansaures Kali, 6 *g* schwefelsaures Kali, 125 *g* Chromsäure, 1230 *g* doppeltchromsaures Natron und 1800 *g* Schwefelsäure, welche Masse nach der Erkaltung krystallinische Platten bildet.

Transformatoren.

Dieselben unterscheiden sich in solche für Wechselströme und für Gleichstrom. — Die letzteren sind weniger bekannt als die ersteren, da sie complicirter sind.

Gisbert Kapp theilt die Wechselstromtransformatoren in Kern- und Schalentransformatoren ein. In der ersteren Type ist der Kupferdraht über den Eisenkern gewunden, in der letzteren ist der Eisenkern in Drahtform über den Kupferdraht gewunden, und bildet über denselben gleichsam eine Schale. Das Charakteristische der beiden Systeme sei, dass die Kerntransformatoren einen Kern und zwei getrennte Drahtumwindungen, und die Schalentransformatoren zwei Kupferdrahtkerne und eine Eisendrahtumwindung haben. Als Kerntransformatoren werden genannt: Gaulard & Gibbs, Lowrie-Hall. Als Schalentransformatoren: Zipernowski, Ferranti, Mordey, Wright, Kennedy, Statter, Westinghouse, Snell und Kapp, Gaulard & Gibbs. — Alle diese Systeme setzen einen Strom, erzeugt von Wechselstrommaschinen hoher Spannung, voraus; blos Rankin Kennedy will Maschinen niederer Spannung benützen, deren Strom durch einen Generaltransformator in einen Primärstrom hoher Spannung umgewandelt wird.

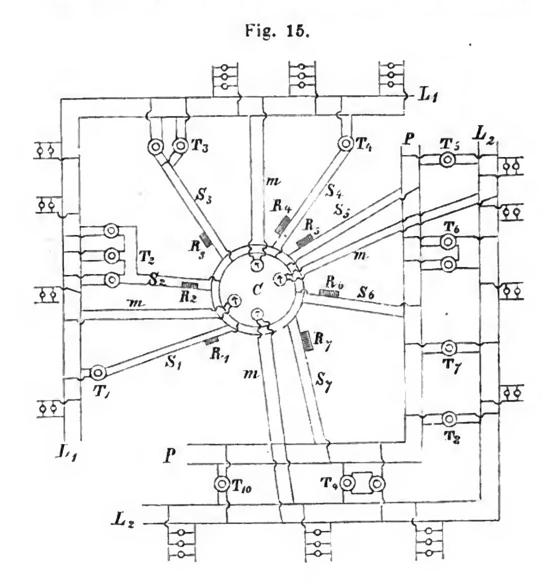
Gleichstromtransformatoren wurden vorgeschlagen von Cabanellas, Edison, Paris und Scott, Jehl und Rupp.

Bláthy beschreibt die Stromvertheilung mittelst Transformatoren in der in Fig. 15 gezeigten Weise. C stellt die Centralstation vor, von welcher die primären Leitungen S_1 S_2 S_3 S_4 ausstrahlen, um die Transformatoren T oder Gruppen von Transformatoren zu speisen. Von diesen letzteren gehen die gemeinschaftlichen secundären Leitungen niederer Spannung aus. Eine andere Anordnung besteht darin, dass die Transformatoren T_5 T_6 T_7 T_8 T_9 T_{10} auf einer gemeinschaftlichen primären Leitung P parallel geschaltet sind. Die primäre Leitung wird von der Station durch Feeder S_5 S_6 S_7 gespeist. Die secun-

däre Leitung ist in L_2. Von ihr gehen Controllinien nach der Station zu Voltmetern zurück. R sind Widerstände zur Regelung der Speiseleiter.

Fig. 16 und 17 zeigen die Gaulard und Gibbs'schen

Fig. 15.



Transformatoren, wie sie in Amerika von Westinghouse angeordnet werden.

Bei Transformatoren-Anlagen bildet es auch eine wichtige Frage, wie dieselben geschaltet werden sollen.

Das Einfachste ist, dieselben wie Glühlampen parallel zu schalten und jeden Transformator für ein von dem anderen unabhängiges secundäres Netz arbeiten

zu lassen. Doch ist hierbei auch die Möglichkeit vorhanden, dass ein Transformator unbrauchbar wird und demzufolge die von ihm gespeiste ganze Lampenreihe auf einmal auslöscht.

Besser ist, die Transformatoren auf dem primären Stromkreis parallel geschaltet zu lassen, jedoch ein gemeinsames secundäres Netz zu schaffen, welches von allen Transformatoren zu gleicher Zeit gespeist wird. In diesem Falle darf der Spannungsverlust in den Leitern von einem Transformator zum anderen nur ein geringer sein.

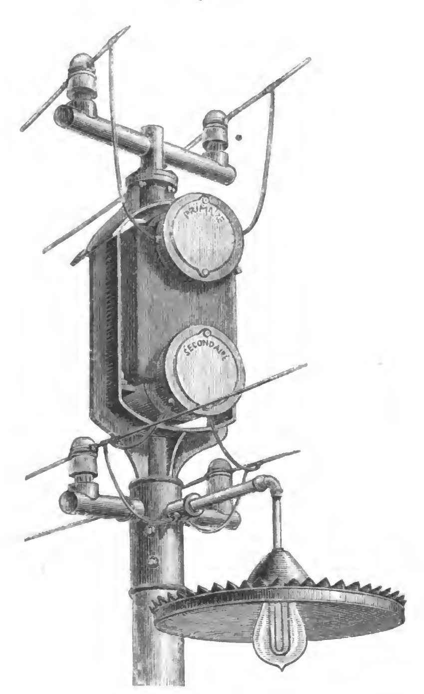
Fig. 16.



Wenn die Transformatoren auf Spannung geschaltet werden, können die secundären Netze ebenfalls auf Spannung geschaltet werden. Bleiben die secundären Leitungen der auf Spannung geschalteten Transformatoren unabhängig von einander, und werden die Lampen dieser secundären Leitungen auf denselben parallel geschaltet, so muss vorgesehen werden, dass jede Lampe bei ihrem Verlöschen durch einen gleichwerthigen Widerstand oder durch eine Selfinductionsrolle ersetzt wird, um die Potentialdifferenz der secundären Leitungen stets auf gleicher Höhe zu erhalten. — Ein Vortheil der Schaltung auf Spannung der Transformatoren ist noch, dass die Potentialdifferenz an den

Klemmen jedes einzelnen Transformators keine so lebensgefährliche ist, wie bei der Parallelschaltung, wo zwischen

Fig. 17.



den Klemmen nahezu die gleiche Potentialdifferenz herrscht, wie an der Dynamo. Auch kann die Isolirung der primären Leitung leichter überwacht werden, als wie

dies bei der doppeldrähtigen Parallelleitung der Fall sein könnte.

Edison und Kapp haben vorgeschlagen, für grössere Transformatorenstationen ein Netzwerk von Leitern anzulegen, wie es bei dem Dreileitersystem in Gebrauch ist und die Transformatoren als Feeder zu gebrauchen.

Andere Apparate.

Automatische Regulatoren für Dynamo.

Die bekannteren Systeme sind folgende:

1. Durch die Bewegung des Ankers eines Elektromagneten oder des Kernes eines Solenoïdes werden Widerstände in den Erregerstrom einer Shuntdynamo eingeschaltet oder aber es werden die Bürsten auf dem Stromsammler verschoben.

2. In den Erregerstrom einer Shuntdynamo wird ein feiner Draht eingeschaltet, welcher sich je nach der Intensität des Stromes, von welchem er durchflossen wird, erwärmt und auf diese Weise an Widerstand zunimmt.

3. Eine Schraube ohne Ende dreht sich entweder nach links oder nach rechts, bethätigt durch zwei Elektromagnete. Auf dieser Schraube befindet sich ein Contact, welcher auf Metallplättchen schleift und durch dieselben verschiedene Widerstände in den Erregerstrom einer Dynamo einschaltet.

4. Ein Elektromagnet oder ein Solenoïd wirkt entweder auf den Regulator des Motors oder auf den Dampfzufluss, denselben nach Bedürfniss vermehrend oder vermindernd.

5. Ein Solenoïd bethätigt einen Gleitcontact, welcher auf einem in den Erregerstromkreis eingeschalteten Kohlenwiderstand auf und ab schleift.

6. Die Geschwindigkeit des sich drehenden Stromsammlers wird auf einen Centrifugalregulator übertragen, dessen auf und ab gehende Leitstange entweder Widerstände einschaltet oder den Erregerstromkreis so lange unterbricht, bis die Geschwindigkeit nicht eine normale geworden ist u. s. w. u. s. w.

Glühlampen.

Dieselben können sich unterscheiden in Lampen:

1. Mit einfachem Kohlenbügel.

2. Lampen für Serienschaltungen, bei welchen nach Durchbrennen des Kohlenbügels der unterbrochene Stromzufluss durch eine Springfeder oder durch das Zusammenschmelzen zweier Drähte wieder hergestellt wird.

3. Lampen mit mehreren Kohlenbügeln, deren jeder durch einen Commutator in den Stromkreis eingeschaltet werden kann.

4. Lampen für Bergleute, verbunden mit einem Anzeiger schlagender Wetter. Die letzteren werden durch die Verschiedenheit des Glühens zweier Drähte bemerkbar.

Hinsichtlich äusserer Ausstattung giebt es Glühlampen mit hellem, mit depolirtem und mit opalem Glase. Ferner gibt es Lampen aus dickem Glas für Schiffszwecke, versilberte Lampen, welche zugleich als Reflectoren dienen.

Ferner haben wir kleine Lampen für chirurgische, Lampen für decorative Zwecke, Taucherlampen.

Die Form der Kohlenbügel ist eine verschiedene. Es giebt deren in Hufeisenform (Edison), Ringelform

(Swan), Schlingenform (Sawyer-Man), Winkelform (Gérard), Querbalkenform (Bernstein) u. s. w.

Die Lampen unterscheiden sich auch in solche mit Schraubensockel [Edison] (Fig. 18), Flügelsockel [Siemens] (Fig. 19), Platinösen [Swan, Woodhouse], (Fig. 20),



Fig. 19.

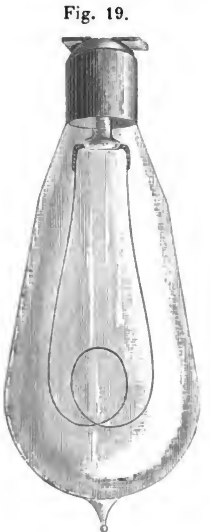


Fig. 18.



Bajonetthälter [Bernstein], Sockel mit Federcontact [Schuyler] u. s. w.

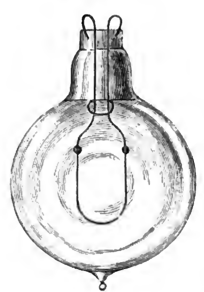
Lampen von hohem Widerstande werden zur Parallelschaltung, jene von niederem Widerstande zur Schaltung auf Spannung verwendet.

Die höchste gebräuchliche Spannung für Glühlampen ist 120 Volts. Sie werden dort verwendet, wo der Quer-

schnitt der Leiter ein ökonomischer sein soll. Ihr Widerstand variirt je nach der Kerzenstärke von 60 bis 350 Ohms. Sie werden auch zur Parallelschaltung mit Bogenlampen verwendet, wenn die letzteren paarweise auf Spannung verbunden sind.

Die gewöhnlichste Type ist jene von 90 bis 110 Volts. Soll sie mit Bogenlampen parallel geschaltet werden, wird vor jede Bogenlampe ein Widerstand eingeschaltet, was für den Betrieb unökonomisch ist, aber eine Oekonomie in den Leitern gestattet (Fig. 21).

Fig. 20.



Die Type von 65 bis 75 Volts dient sehr gut zur directen Parallelschaltung mit Bogenlampen.

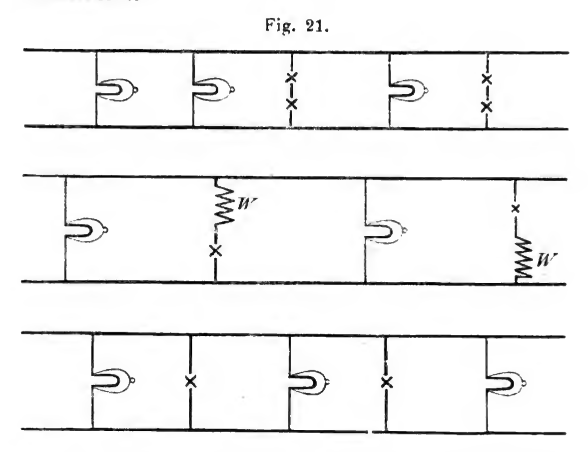
Die Type von 46 bis 55 Volts wird dort angewendet, wo die motorische Kraft karg zugemessen ist. Sie erfordert einen verhältnissmässig grossen Querschnitt der Leiter, doch gehen viel Lampen auf eine Pferdekraft. Die Compagnie Continentale Edison in Paris z. B. fabricirt Zehnkerzenlampen von 50 Volts Spannung, ungefähr 100 Ohms Widerstand und 0·55 Ampère Intensität. Eine Lampe erfordert also $0{\cdot}5 \times 55 = 27{\cdot}5$ Watts oder 2·7 Watt per Kerze Leuchtkraft.

Die gebräuchlichste Type ist, was Leuchtkraft anbelangt, die Zehnkerzenlampe. Ihr folgen die Lampen zu 16, 20, 25, 32 Kerzen. Seltener sind Lampen zu 50, 100 und noch mehr Kerzen. Die einst sehr beliebte Achtkerzenlampe hat an Verwendung abgenommen. Lampen

von geringerer Leuchtkraft als 6 Kerzen dienen selten zu industriellen Zwecken.

Lampen von wenigen Watts per Normalkerze sind nicht dauerhaft. Ein Constructeur garantirt folgende Lebensdauer per Glühlampe: 300 Stunden für $2^1/_4$, 500 für $2^1/_2$, 700 für 3, 1000 für $3^1/_2$, 1200 für 4, 1500 für $4^1/_2$ und 2500 Stunden für 5 Watts per Normalkerze.

Fig. 21.



Seite 77 u. ff. Daten über einige der bekannteren Lampentypen.

* * *

Es wird sehr oft verlangt, die Dauer der Glühlampen zu garantiren. Es giebt Lampen, welche über tausend Stunden dauern, ja man hat sogar Beispiele von Glühlichtern, welche 4000 und noch mehr Stunden

Dienst geleistet haben. Dennoch glauben wir, dass man über eine Garantie von 800 Stunden per Lampe nicht hinausgehen soll. In neuerer Zeit verlangt man eine bestimmte Anzahl Watts per Kerze Leuchtkraft (zumeist 3 bis 3·5 Watts) zu garantiren. Falls solches gewünscht wird, kann man über 600 Stunden Garantie schon gar nicht hinausgehen, da nach einer solchen Dienstzeit die Leuchtkraft der Lampe derart ab- und ihr Widerstand derart zugenommen hat, dass die Anzahl der erforderlichen Watts per Kerze Leuchtkraft eine viel grössere ist, als die garantirte. Nicht die Lebensdauer der Lampe ist es, welche der Client garantirt haben will, sondern er will, dass seine Lampe innerhalb der Garantiefrist weder an Leuchtkraft abnehme, noch aber mehr als die ursprünglich angegebene Kraft zu ihrem Betriebe erfordere. Ob nun Gleichstrom oder Wechselstrom oder der Betrieb mit Accumulatoren für die Dauer der Glühlampen vortheilhafter sei, darüber liegen noch zu wenig genaue Resultate vor, um ein entscheidendes Urtheil sprechen zu können. Bis zum heutigen Tage haben sich alle drei Betriebsarten so ziemlich die Wage gehalten. Gleichgiltig ist auch die Spannung in Volts, zu welcher die Lampen betrieben werden. Hauptsache ist, dass sich in einer Anlage nur gleichvoltige Lampen befinden und die Leitungen gut equilibrirt seien.

John Howell hat unlängst im American Institut of Electrical Engineers einen Vortrag über den Maximalnutzeffect der Glühlampen gehalten. Der Nutzeffect einer Lampe variirt mit ihrer Leuchtkraft. Eine Lampe braucht z. B. 6·7 Watts per Kerze, wenn sie als Fünfkerzenlampe verwendet wird; als Zehnkerzenlampe braucht sie blos 4·2 Watts und als Zwanzigkerzen-

Type	Leuchtkraft in Normal-kerzen	Volts	Ampères	Widerstand in Ohms	Watts per Normalkerze
Edison, Paris				unge-fähr	
A	10	95—110	0·55—0·43	250	4.75
A	16	95—105	0·60—0·54	190	3·56
A	16	95—110	0·80—0·70	150	4·75
A	32	90—105	1·15—1·—	105	3·20
A	50	90—105	1·66—1·40	70	3·—
B	10	45—52	0·68—0·60	86	3·—
B	20	45—52	1·42—1·23	42	3·20
B	50	45—52	3·30—3·—	14	3·—
S	10	63—73	0·51—0 45	150	3·20
S	20	63—73	1·02—0·88	83	3·20
S	30	63—73	1·52—1·32	55	3·20
A C	10	23—28	1·42—1·23	22	3·20
X	4	10—20	1·28—1·64	12	3·20
X	6	9—12	2·——2·50	5	3·—
X	10	9—12	3·33—2·50	4	3·—
Siemens-Halske, Berlin					
I A	5	25	0·77	32·5	3·8
I	8	50	0·52	96·2	3·2
II	10	100	0·39	256	3·9
II	10	65	0·52	125	3·3
IV	16	120	0·50	240	3·7
IV	16	100	0 51	196	3·2
IV	16	65	0·77	84·4	3·5
IV	16	50	1·02	49·0	3·2
VI	25	120	0·66	185	3·1
VI	25	100	0·77	130	3·0
VI	25	65	1·17	55·5	3·0
VI	25	50	1·50	33·3	3·0
VIII	35	120	0·92	130	3·1
VIII	35	100	1·12	89·3	3·2
VIII	35	65	1·72	37·1	3·2
X	50	100	1·50	66·6	3 0
XV	50	12 5	9	1·4	2·2
XX	100	25	9	2 8	2·2

Type	Leuchtkraft in Normalkerzen	Volts	Ampères	Widerstand in Ohms	Watts per Normalkerze
Woodhouse & Rawson					
	100	90—110			$2^1/_2$ Watts f. Lampen von geringem Widerstande und 3 Watts für solche von hohem Widerstande
	50	48—110	2·6—1·35		
	20	95—115	1·3—0·5		
	15	95—110	1·8—0·4		
	15	35—95			
	15	30—115			
	10	95—100	1·0—0.35		
	10	18—55			
	10	16—105			
	8	20—30	1·0—0 65		
	8	16—40			
	5	10—16			
	5	8—30			
	2—3	4—6			
Sunbeam-Lamp					
	200	65	Von 10 bis 20 Ampères	Von 2 bis 6 Ohms	Angeblich $2^1/_2$ Watts
	400	65—100			
	500	65—100			
	600	80			
	800	100			
	1000	100			
Gérard					
	8	17	2·1	8	4
	15	20	2·2	9	3
	20	25	2·3	11	2·8
	32	33	2·5	13	2·6
Cruto in Turin					
1	8	22—27	1·05—1·10	—	
2	10	45—54	0·55—0·65	290	
3	10	95—105	0·35—0·45	290	
4	16	45—54	1·05—1·10	44	
5	16	60—70	0·80—0·90	88	
6	16	95—105	0·55—0·62	175	
7	32	95—105	0·95—1·05	90	
8	50	48—54	2·25—2·50	—	
9	50	95—105	1·55—1·70	57	
10	100	96—106	2·25—2·50	—	

Type	Leuchtkraft in Normalkerzen	Volts	Ampères	Widerstand in Ohms	Watts per Normalkerze
Cruto in Turin					
A	8	10—14	2·80—3·—	—	
B	4	10—14	1·05—1·20	—	
C	4	5—7	2·80—3·—	—	
D	2	5—7	1·05—1·20	—	
Swan in Deutschland					
A	10	97—103	0·40	250	4·0
„	16	97—103	0·64	156	4·0
„	32	97—103	1 28	78	4·0
„	50	97—103	2·00	50	4·0
„	10	62—68	0 61	106	4·0
„	16	62—68	0·98	66	4·0
„	32	62—68	1·97	33	4·0
„	50	62—68	3·07	21	4·0
„	10	54—58	0·71	78	4·0
„	16	54—58	1·14	49	4·0
„	32	54—58	2·29	25	4·0
„	50	54—58	3·57	16	4·0
„	5	48—52	0·40	125	4·0
„	10	48—52	0·80	63	4·0
„	16	48—52	1·28	39	4·0
„	32	48—52	2·56	20	4·0
„	50	48—52	4·00	13	4·0
„	5	27—29	0·71	39	4·0
„	10	27—29	1·43	20	4·0
„	5	24—26	0·80	31	4·0
„	10	24—26	1·60	16	4·0
B	10	97—103	0·30	333	3·0
	16	97—103	0·48	208	3·0
	32	97—103	0·96	104	3·0
	50	97—103	1·50	67	3·0
	10	62—68	0·46	141	3·0
	16	62—68	0·74	88	3·0
	32	62—68	1·48	44	3·0
	50	62—68	2·31	28	3·0
	10	54—58	0·54	105	3·0
	16	54—58	0·86	65	3·0

Type	Leuchtkraft in Normalkerzen	Volts	Ampères	Widerstand in Ohms	Watts per Normalkerze
Swan in Deutschland					
B	32	54—58	1·71	33	3·0
	50	54—58	2·68	21	3·0
	5	48—52	0·30	167	3·0
	10	48—52	0·60	83	3·0
	16	48—52	0·96	52	3·0
	32	48—52	1·92	26	3·0
	50	48—52	3·0	17	3·0
	5	27—29	0·54	52	3·0
	10	27—29	1·07	26	3·0
	5	24—26	0·60	42	3·0
	10	24—26	1 2	21	3·0
Khotinsky, Rotterdam					
	4	4—50			
	8	5—120			
	10	10—150			
	16	10—200			
	20	10—200			
	25	15—200	?	?	5—2 1/4
	30	25—200			
	50	25—200			
	100	50—200			
	200	100—200			
	300	100—200			
Thomson-Houston Boston					
Star	32	14	6·8		3·0
„	65	28	6·8		3·0
„	125	56	6·8	?	3·0
Crescent	65	20	10		3·3
„	125	40	10		3·3

lampe 2·66 Watts per Normalkerze. Durch Variation der Leuchtkraft können wir auch den Nutzeffect der Lampen variiren und so viel Normalkerzen per Watt erhalten, als wir eben wollen.

Der Maximalnutzeffect einer Lampe ist nicht der höchste Nutzeffect, zu welchem eine Lampe betrieben werden kann, sondern jener Nutzeffect, bei welchem die Lampe die besten Resultate erzielt, oder besser gesagt, der Nutzeffect, zu welchem die Betriebskosten der Lampen ein Minimum sind. Wenn wir die Leuchtkraft der Lampe erhöhen, erhöht sich auch ihr Nutzeffect; wir können daher durch Erhöhung der Leuchtkraft der Lampen die zur Lichterzeugung nothwendige motorische Kraft herabmindern. Während wir aber dergestalt den Nutzeffect der Lampe erhöhen, vermindert sich ihre Lebensdauer und die an motorischer Kraft erzielte Ersparniss wird wett gemacht durch die Kosten der zu erneuernden Lampen.

Der Maximalnutzeffect einer Lampe ist daher jener Nutzeffect, zu welchem die Summe der Kraftkosten und der Lampenkosten ein Minimum ist, und um den Maximalnutzeffect zu finden, muss das Verhältniss zwischen Nutzeffect und Lebensdauer der Lampe bekannt sein. Die Edison Company hat durch fünfjährige Erfahrung gefunden, dass die Lebensdauer einer Glühlampe sei: 1000 Stunden für 3, 500 für 2·5 und 200 für 2 Watts per Normalkerze.

Howell gelangt zu dem Ergebniss, dass die Totalkosten stets ein Minimum sind, wenn die Lampenkosten ungefähr 14·5 oder 15 Procent der gesammten Betriebskosten (motorische Kraft, Wartung, Lampenerneuerung, Amortisation, Versicherung u. s. w.) be-

tragen. Wenn die Lampenkosten mehr als 15 Procent ausmachen, so sind die Lampen über ihren Maximalnutzeffect angestrengt; machen sie hingegen weniger als 15 Procent aus, so arbeiten die Lampen unter ihrem Maximalnutzeffect. Die Ueberanstrengung der Lampen vermindert wohl die Watts per Lichteinheit, erhöht aber die Totalkosten. Wenn die Lampenkosten unter 15 Procent bleiben, müssen die Lampen durch ökonomischere ersetzt werden und die Totalkosten werden sich vermindern. Sind die Lampenkosten höher als 15 Procent, müssen Lampen von geringerem Nutzeffect gewählt werden; die hierdurch verursachten Mehrkosten an motorischer Kraft werden durch Lampenersparniss reichlich hereingebracht.

Jablochkoff'sche Kerzen.

Dynamos. Selbsterregende und separat erregte Wechselstrommaschinen. Die selbsterregenden für vier Kerzen à 4 *mm*, für 6 Kerzen à 6 *mm* und für 12 Kerzen à 6 *mm*. — Die separat erregten für 40 und 60 Kerzen à 4 *mm*.

Die zugehörigen Apparate sind: Ein Handrheostat auf Porzellan oder Holz, ein Secundenzähler, ein Tourenzähler.

Im Gebrauch sind ferner: Umschalter für 2, 3, 4, 6 und 8 Richtungen (mit Drehschlüssel), Kerzenhalter für 4, 6 und 8 Kerzen, dieselben mit automatischer Ausschaltevorrichtung. — Glaskugeln 40, 45 und 50 *cm* Durchmesser. — Funkenfänger aus Drahtgewebe oder Krystall. — Kerzen à 4 und 6 *mm*. — Colombine. — Bleiringe für automatische Ausschalter.

Die 4 *mm*-Kerze giebt 45 Carcels per Pferdekraft.

Man rechnet als Fläche per 4 *mm*-Kerze:

50 m^2 in Verkaufsläden.
100 m^2 in Werkstätten.
200 m^2 in Giessereien, Hallen, Magazinen.
2500 m^2 für freie Plätze.

Bogenlampen.

Grosse Differential-Lampen. Eignen sich, indem der Lichtbogen auf constanten Widerstand regulirt ist,*) sowohl zur Parallel- als auch zur Schaltung auf Spannung, indem sie von den Einwirkungen der Schwankungen im Widerstande der übrigen in demselben Stromkreis eingeschalteten Lampen nicht beeinflusst werden. Sie dienen sowohl für Wechselstrom, als auch für Gleichstrom. Siemens & Halske fabriciren sie für Wechselstrombetrieb für eine Leistung von 150 bis 350 Normalkerzen; für Gleichströme von 20 bis 25 Ampères. Durch die Anwendung des Differentialprincips soll eine grosse Empfindlichkeit in der Regulirung des Lichtbogens erreicht werden.

Kleine Nebenschlusslampen. Dieselben sind vorzugsweise zur Parallelschaltung unter sich oder mit Glühlampen bestimmt. Ihre Stromstärke variirt von 5 bis 12 Ampères; ihre Wirkung besteht gewöhnlich darin, dass ein vom Hauptstrom durchflossener Elektromagnet die Länge des Lichtbogens regelt, während ein im Nebenschluss befindlicher Elektromagnet das Nachgleiten der sich abnützenden Kohlen besorgt. Bei diesen Bogenlampen ist die negative Kohle entweder fest, während

*) Die Lampen für Einzelnlicht reguliren auf gleiche Stromstärke und kommen heute nur mehr für Projectionen in Anwendung.

die positive heruntergeschoben wird, oder aber beide Kohlen nähern sich gleichzeitig.

Zu bemerken ist noch Folgendes:

Ströme von zu niederer Spannung machen das Bogenlicht gelb, solche von zu hoher Spannung violett. Es ist daher gerathen, nur mässige Spannung anzuwenden. — Jede Bogenlampe soll, wenn sie mit anderen parallel geschaltet ist, ihren eigenen Ampèremeter und einen eigenen variablen Widerstand haben. — Wenn die Kohlen abgebrannt sind, soll der Strom in der Bogenlampe durch eine in derselben angebrachte automatische Vorrichtung unterbrochen werden, um Kurzschluss durch die aufeinander gerathenden Kohlenhälter zu verhindern. — Für langwährende Beleuchtung können mit Vortheil Bogenlampen mit doppelten Kohlenpaaren angewendet werden. — Die Lampe soll durch luftdichten Verschluss des Mechanismus vor äusseren Einflüssen geschützt sein. — Sollen Glühlampen mit Bogenlampen auf Spannung geschaltet werden, sind die ersteren mit einem automatischen Ausschalter zu versehen, welcher die durch das etwaige Durchbrennen der Glühlampen verursachten Schwankungen oder Störungen regulirt.

L a m p e S o l e i l. Der Lichtbogen macht einen zwischen die Kohlenstifte gezwängten Marmorblock weissglühend. Ein Stift ist hohl; durch denselben wird ein dünnerer Stift gesteckt, welcher den Lichtbogen anreizt. Man kann 20 bis 25 Ampères und zwei Pferdekraft per Lampe rechnen. Die Marmorblöcke dauern nur verhältmässig kurze Zeit, während die Stifte, etwa 10*mm* dick, blos 3*mm* per Stunde an Länge verlieren.

Messinstrumente.

Einige der bekanntesten in Lichtanlagen angewendeten industriellen Instrumente sind die folgenden:

Ampèremeter.

Carpentier-Deprez, von 5 bis 50 Ampères, 60 Francs.

Derselbe mit Reducteur für 100 Ampères, 80 Francs.

" " " " 150 " 90 "

" " " " 200 " 100 "

Derselbe in viereckiger Form für 3 bis 400 Ampères 125 Francs.

Derselbe für 5 bis 600 Ampères 150 Francs.

Carpentier-Deprez. Aërometer graduirt von 6 bis 50 Ampères 50 Francs.

William Thomson. Magneto static current-Meter.

Bergmann & Cie. Centralstation Cut-Out Board für Edison's Municipalsystem 42 Dollars.

Bergmann & Co. Hauptlinien-Ampèremeter bis zu 400 Ampéres 44·75 Dollars.

Bergmann. Dynamo Pendulum Ampèremeter 14, 15, 20 und 21 Dollars.

Bergmann. Dial Pendulum Ampèremeter bis zu 1000 Ampères 80 Dollars.

Siemens & Halske. Stromzeiger von 10 bis 400 Ampères.

Hartmann-Braun. Federgalvanometer nach Kohlrausch. Bis 5 Ampères 60 Mark.

Derselbe von 10 bis 80 Ampères 54 Mark.

Derselbe bis 100 Ampères mit Kabelbewickelung 54 Mark.

Derselbe mit ausgefraister Kupferspirale von 20 bis 200, 30 bis 300, 40 bis 400, 50 bis 500, 80 bis 800, 100 bis 1000 Ampères 110 bis 240 Mark.

Hartmann-Braun. Kleine Ampèremeter bis 5, 10 oder 20 Ampères 15 Mark.

Ayrton & Perry. Magnifying Spring Ammeter.

Thomson Rice. Invariable Ammeter.

Sir. W. Thomson. Elektrische Wage.

Voltmeter.

Carpentier-Deprez von 8 bis 120 Volts 80 Francs.

Derselbe mit Reducteur für 200 Volts 110 Francs.

Derselbe mit Reducteur für 300 Volts 115 Francs.

Derselbe mit Reducteur für 400 Volts 120 Francs.

Carpentier-Deprez. Aërometer graduirt von 0 bis 100 Volts 50 Francs.

William Thomson. Voltmeter für Marine.

Wirt. Von 1 bis 120 Volts mit Widerstandsbrücke 108 Dollars.

Siemens & Halske. Spannungsmesser Princip Elektrodynamometer.

Hartmann-Braun. Dosenform. Von 50 bis 75 Volts 60 Mark.

Derselbe von 90 bis 120 Volts 60 Mark.

Derselbe als Controlinstrument für Installateure mit zwei Aichungen 75 Mark.

Derselbe für 0·5 bis 5 Volts (in Zehntel getheilt) 66 Mark.

Derselbe in halbe oder einzelne Volts getheilt oder von 5 zu 5 Volts getheilt 66 Mark.

Patterson & Cooper. Taschenvoltmeter in Grösse einer Uhr. Von 40 bis 120 Volts.

Ayrton & Perry. Magnifying Spring Voltmeter. Kohlrausch. Wàsser-Voltameter. Silber- und Kupfervoltameter von 50 bis 80 Mark.

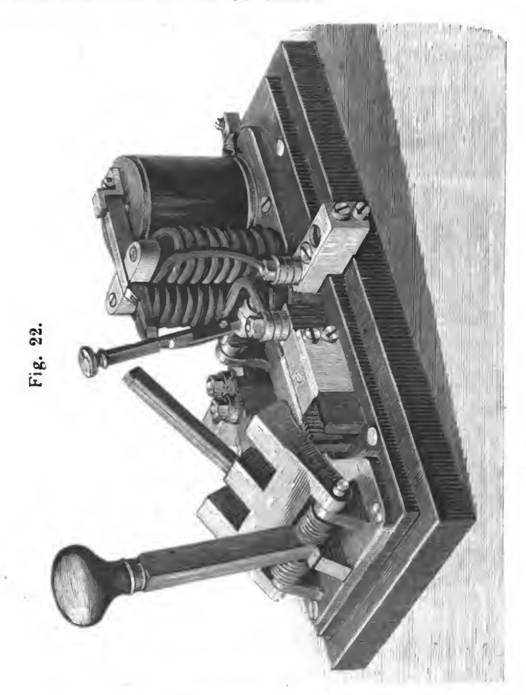


Fig. 22.

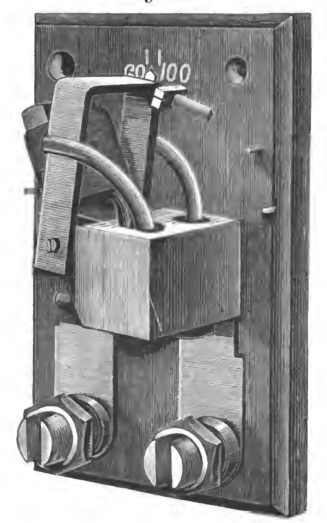
Registrirapparate

haben den Zweck, die Variationen der Spannung oder der Intensität des Stromes in kurzen Zeitintervallen auf einem fortbewegten Papierbande durch Nadelstiche oder

Farbzeichen anzudeuten. Als Ampèremeter können diese Apparate auch als Stromcontrolore oder -Messer benützt werden.

Bekanntere Typen: Cauderay. — Siemens & Halske. — E. Gimé in Paris benützt die Pendelbewegung in Verbindung mit Quecksilber - Contacten zu einem solchen Registirapparate.

Fig. 23.



Lampenzähler oder Stromindicatoren.

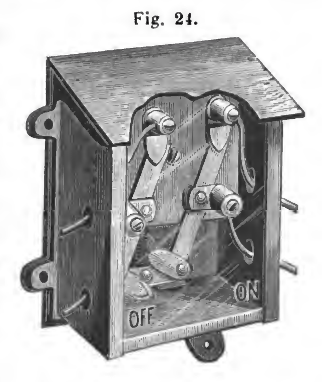
Dieselben haben entweder anzugeben, ob die Leitung stromlos ist, oder ob sie von einem Strom normaler Stärke oder von einem zu schwachen oder zu starken Strom durchflossen ist. Alle diese Aufgaben können in einem einzigen Apparat ausserdem noch mit selbstthätigem Ausschalter und Sicherheitsvorrichtung combinirt werden. Edison, Siemens & Halske.

Werden als Controle für parallel geschaltete Dynamos und Bogenlampen verwendet und sollen bei grösseren Anlagen nie fehlen.

Elektrodynamometer

sollen sich sowohl bei Gleichströmen als auch bei Wechselströmen benutzen lassen, indem sie von äusseren magnetischen oder elektrischen Kräften nicht merklich beeinflusst werden, und sollen in ihrem Empfindlichkeitsgrade innerhalb der festgesetzten Grenzen sich constant erhalten. — Bestehen zumeist aus zwei Drahtrollen, von denen die eine fest, während die andere drehbar beweglich ist. — Weber, Kohlrausch, Siemens & Halske, Zipernowsky-Déri-Bláthy, Sir W. Thomson (elektrische Wage, die Combination eines Volt-, Ampère- und Wattmeters bildend) u. s. w.

Fig. 24.



Signalvorrichtungen

haben den Zweck, dem Maschinenwärter anzuzeigen, wann die normale Spannung überschritten wird. Sind verbunden mit farbigen Signallampen und Läutewerk.

Fig. 25.



Selbstthätige Ausschalter.

Dieselben dienen entweder dazu, um beim Laden von Accumulatoren die Dynamo, falls sie stromlos wird,

von der Batterie zu isoliren, oder aber sie dienen für Anlagen mit parallel geschalteten Dynamos, von denen jede durch ihren eigenen Motor betrieben wird, wobei der Zweck des Ausschalters darin besteht, dass derselbe die mit ihm verbundene Lichtmaschine aus dem Gesammtstromkreise ausschliesst, sobald deren Spannung tiefer sinkt, als jene der übrigen Maschinen. Fig. 22 und 23 zeigen Ausschalter für Dynamos, Fig. 24 ist ein selbst-

Fig. 26.

Fig. 27.

thätiger Ausschalter amerikanischen Systems für Lampenleitungen, welcher zugleich, je nachdem der Hebel auf „*On*" oder „*Off*" steht, anzeigt, was in demselben vorgeht.

Ausschalter und Umschalter.*)

Unipolarer Stromunterbrecher mit Gleitcontact zwischen zwei Drahtschrauben.

---

*) Dieselben haben Unterlagen aus Holz, Schiefer, vulcanisirter Fiber, Ebonit, Kautschuk, Glas und Porzellan.

Derselbe mit Federcontact zwischen zwei Drahtschrauben.

Derselbe mit Druckvorrichtung für einen Federcontact und Auslösevorrichtung für diesen Contact (Fig. 25 und 27).

Fig. 28.



Fig. 29.

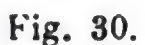


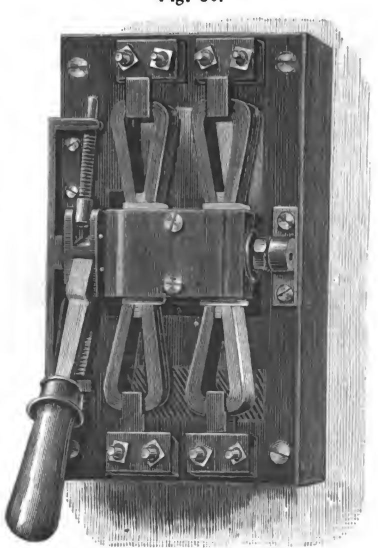
Derselbe mit Hebelvorrichtung für einen Federcontact (Fig. 28).

Ausschalter mit einem oder mehreren Federcontacten, durch welche der Strom auf eine grosse Fläche vertheilt

und auf dieser an mehreren Stellen zugleich unterbrochen wird.

Einfache Stöpselvorrichtung für Stromunterbrechung (Fig. 26).


Fig. 30.



Dieselbe, mit oder ohne schmiegsamem Kabel, als Umschalter angewendet.

Grosse Stromunterbrecher in Hebel-, Messer- oder Riegelform (Fig. 29).

Umschalter für zwei oder mehrere Directionen mit einfachem Gleithebel.

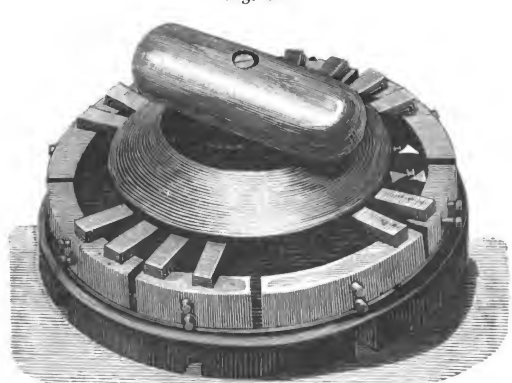
Derselbe mit doppelarmigem Gleithebel.

Ausschalter mit Zugvorrichtung für etwaige Befestigung desselben an der Decke, wodurch besondere Leitungen für die Ausschalter vermieden werden.

Umschalter mit vier oder noch mehreren Contacten für Accumulatoren und Bogenlampen.

Umschalter zum täglichen Polwechsel für Glühlampen.

Fig. 31.



Umschalter zum Parallelschalten von Compound-Lichtmaschinen mit Wechselspeisung.

Umschalter, um Compound-Lichtmaschinen grösserer Sorte zum Laden von Accumulatoren als Nebenschlussmaschinen zu schalten.

Ausschalter mit Kniehebelmechanismus, einpolig und zweipolig (Fig. 30).

Ausschalter für parellel geschaltete Maschinen mit Strömen bis 200 und mehr Ampères.

Umschalter zur beliebigen Verbindung zweier Maschinen- und Lampenkreise, von welchen letzteren nur einer Bogenlampen enthält (Fig. 31).

Umschalter oder sogenannter Stromwender zur beliebigen Verbindung eines von zwei Lampenkreisen mit einem Maschinenkreise für Ströme bis 80 Ampères (Fig. 32).

Fig. 32.

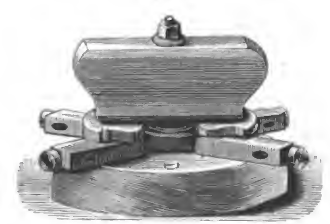


Fig. 33.



Umschalter für drei Leitungen, mit welchem ein Maschinenstrom beliebig mit einem oder dem anderen zweier vorhandenen Lampenstromkreise verbunden werden kann. Derartige Umschalter können selbstverständlich auch für drei oder vier, oder auch mehr Lampenleitungen eingerichtet werden (Fig. 33).

Fig. 34.

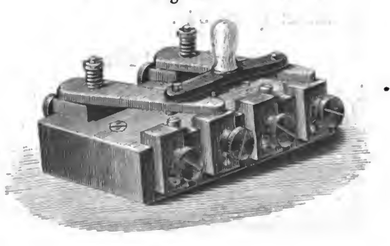
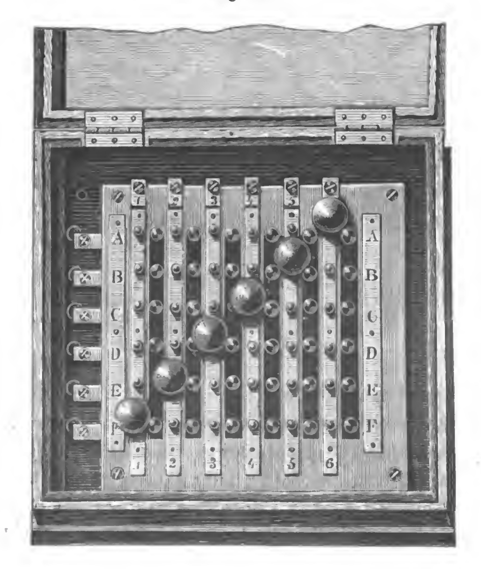


Fig. 35.

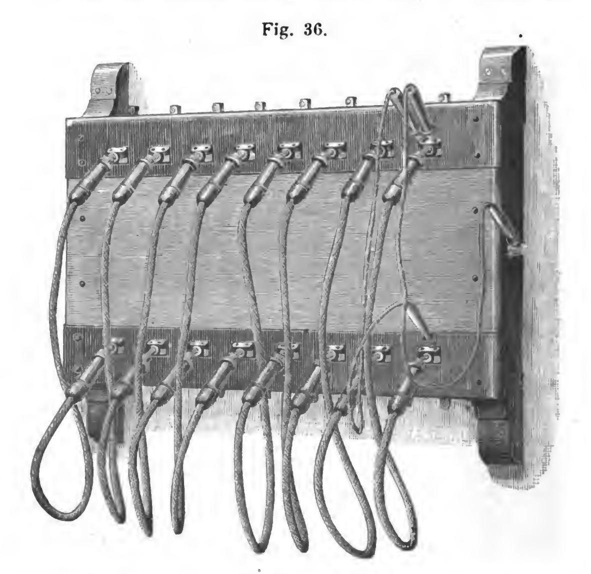


Doppelumschalter für vier Leitungen, welcher insbesondere beim Gebrauch von Strommessungsapparaten Verwendung findet (Fig. 34).

Generalumschalter.

Dieselben dienen insbesondere dazu, bei einer Be-

Fig. 36.



leuchtungsanlage, in welcher mehrere Maschinen und ausserdem noch Reservemaschinen vorhanden sind, jede Lampenleitung mit jeder der vorhandenen Maschinenleitungen beliebig in Verbindung setzen zu können.

Der zu bewirkende Contactwechsel erfolgt entweder durch aufeinander schleifende Contactflächen oder durch

Ausziehen und Umstecken von Metallstöpseln in die Löcher verschiedenartig verbundener Metalltheile des Apparates.

Fig. 35 zeigt den bekannten Generalumschalter von Siemens und Halske. Derselbe besteht aus zwei je für sich parallelen, gegeneinander aber rechtwinkelig sich überkreuzenden und durch eine dazwischengelegte Holzplatte voneinander isolirten Lagen von Messingschienen. Die untere Schienenreihe wird beispielsweise

Fig. 37.



Fig. 38.



mit den Leitungen der Dynamos, die obere Schienenreihe mit den Leitungen der Lampengruppen verbunden, und werden die betreffenden Schienen durch Stöpsel miteinander verbunden.

Fig. 36 zeigt einen Generalumschalter amerikanischen Systems.

Glühlampenhälter.

Lampenhälter mit Ausschalter (Fig. 37).
„ ohne Ausschalter (Fig. 38).
„ mit Ausschalter und abnehmbarem Hahnschlüssel (Fig. 39).

Lampenhälter, bestehend aus einem Bodencontact und einer Drahtspirale.

Lampenhälter aus Ebonit mit Kautschukverschluss zur Anbringung in feuchten Räumen.

Gummihülsen zum Ueberschieben über die Lampenhälter in feuchten Räumen.

Platter Holzlampenhälter für ausgebauchte Schirme

Fig. 39.

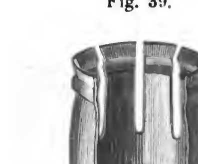
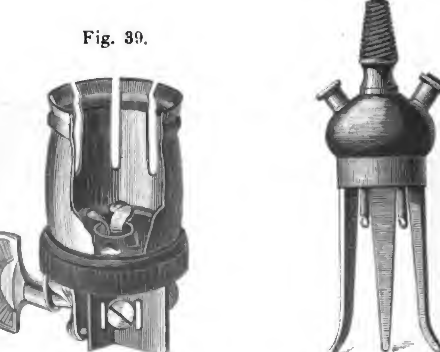


Fig. 40.



für Fabriksbeleuchtung. Ohne Schirm für Theaterbeleuchtung (Soffitten, Coulissen).

Lampenhälter aus Vitrit mit drei Federn zum Festhalten der Lampe (Fig. 40).

Lampenhälter für Flügelsockel (Fig. 41).

Besondere Lampenhälter für Serienglühlampen. Dieselben sind so construirt, dass die Lampe dem Hälter nicht entnommen werden kann, wenn nicht früher der durch die Lampe unterbrochene Stromkreis

durch eine Umschaltevorrichtung geschlossen und hierdurch Unterbrechungsfunken verhütet werden.

Die einfachen Lampenhälter sind aus Holz mit oder ohne Messinghülsen. Bei theueren wird Holz nicht mehr verwendet.

Stromabnahmestellen.

Für tragbare Lampen zum Anschrauben auf flache Wände eingerichtet (Fig. 42).

Für Bühnenseitenlichter (Portants. Coulissen).

Fig. 41.

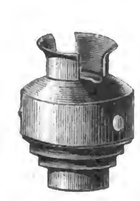
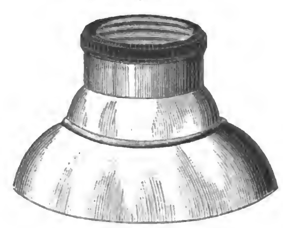


Fig. 42.



Für biegsame Kabel, welche zu Versuchen dienen.

Für elektrische Cigarrenanzünder, Heizapparate u. s. w.

Sicherheitsvorrichtungen.

Bipolare Hauptsicherung für eine Zweigleitung.

Bipolare Hauptsicherung für zwei Zweigleitungen.

„ „ ohne Zweigleitung.

Hierzu gehörige Bleistöpsel für 120, 100, 80, 60, 40, 30, 20 und 15 Lampen.

Unipolare Sicherungen mit Bleistöpsel für 1, 2, 3, 7, 9, 11 und 13 Lampen.

Alle diese Sicherungen entweder auf hartem, mit Schellack getränktem Holz, oder auf Schiefer, Ebonit und vulcanisirter Fiber.

Schutzdeckel für diese Sicherungen, rund, viereckig, oval, aus Weiss- oder Zinkblech, aus vulcanisirtem Kautschuk oder Ebonit.

Die Bleistöpsel entweder aus Holz, Gyps oder Krystallglas.

Fig. 43.



Bleisicherungen für hochgespannte Ströme auf Porzellan. Die Bleifäden in Glasröhren eingeschlossen.

Hauptsicherungen für Dynamos, bestehend aus Bleilamellen, versehen mit Ausschaltevorrichtung oder auch ohne dieselben.

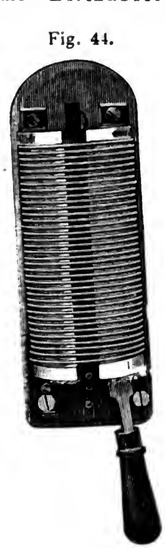
Sicherungen für Luftleitungen auf Porzellanisolatoren.

Sicherungen aus Glas, Ebonit oder Porzellan für feuchte Räume.

Besondere hermetisch verkittbare Sicherungen für säuredunstige Räume.

Sicherheitsvorrichtungen, auf runden Stangen und Röhren (für Luster, Appliquen) aufmontirbar. Zu den Sicherheitsvorrichtungen können auch gerechnet werden die Blitzableiter, welche besonders bei hochgespannten Strömen in Anwendung kommen sollen. Dieselben bestehen entweder aus den gewöhnlichen gezackten Platten oder aber aus einer durch einen Elektromagnet bethätigten automatischen Ausschaltevorrichtung.

Fig. 44.



Einzeltheile für Bogenlampen.

Schutzkappe. Reflector. Laterne. Gegengewicht (Fig. 43).

Emaillirter Eisenschirm mit Bügel und Ketten.

Runde Glocke, besponnen, mit Einfassung und Aschenteller.

Schutzcylinder mit Ketten (für Innenräume).

Sphärische, ovoïde und konische Glocken mit Bronzekranz.

Rheostaten mit oder ohne Ausschalter (Fig. 44).

Aufziehvorrichtungen für Bogenlampen.

Einfache Aufziehvorrichtung, bestehend aus 2 Rollen mit Böcken und Gegengewicht (oder aber mit Winde anstatt Gegengewicht).

Wandarm mit 2 Rollen und Gegengewicht.

Wandarm mit zwei Rollen und Winde.

Einfacher Flaschenzug für niedrige Räume.

Doppelter Flaschenzug für hohe Räume.

Aufziehwinde mit Vorgelege und Seiltrommel.

Mast aus geschmiedetem Eisen, 10 und 15 *m* hoch.

Gusseiserne Laternenträger mit Ausleger (Bonner-Modell), 7·5 *m* Höhe des Lichtpunktes.

Rollendreieck mit isolirten Radkränzen.

Seile aus Stahldraht oder Phosphorbronze.

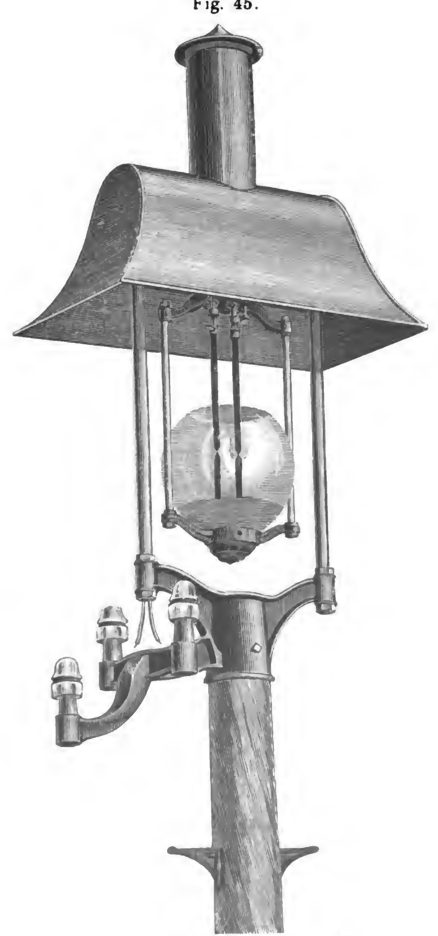
Kohlenstifte für Bogenlampen.

Intensität des Stromes in Ampères	Mittlerer Durchschnitt des Kohlenstiftes in Millimeter
2—3	2
3—5	4
4—6	5
7—10	7
11—11	9
11—15	10
12—16	11
13—20	12
15—24	13
16—25	14
25—30	15
30—45	17
35—60	18
40—80	20
50—120	25
80—180	30

Strassenbeleuchtung.

Consolen aus Gusseisen mit Rohr für die Leitungsdrähte.

Fig. 45.



Viereckige Laternen, Höhe 66, 70, 78, Breite 34, 36, 39 *cm*. Aus Eisenblech oder Kupfer, gemalt und verglast.

Viereckige Laternen zum Aufhängen eingerichtet. Höhe 56, 60, 68, Breite 34, 36, 38 *cm*.

Viereckige Laternen aus Kupferguss, das Dach aus Kupferblech.

Runde Laternen aus Kupferblech und Kupferguss. Höhe 69, 72, 75, Breite 42, 44, 66 *cm*.

Dieselben zum Aufhängen eingerichtet.

Laternen mit sechs Wänden, Höhe 66, 69, 75, Breite 40, 44, 48 *cm*.

Candelaber aus Eisenguss mit hohlem Ständer und Thürchen für runde Laternen. Höhe vom Boden bis zur Laterne 2·60 bis 2·78 *m*.

Dieselben für viereckige Laternen.

Candelaber für drei Laternen. Das Bouquet aus Bronze.

Candelaber für Strassenkreuzungspunkte für fünf Laternen. Das Ganze aus Bronze und auf einen Steinsockel aufmontirt.

Holzpfosten mit Steigriegeln und Isolatoren für Bogenlampen (Modell American Light-System, Fig. 45).

Isolatoren.

Gewöhnliche aus Porzellan (für Drähte von 3 bis 5 *mm* Durchmesser).

Doppelglocken 141 *mm* hoch, 86 *mm* breit, auf □ eisernem 21 *mm* starken Stützbalken mit Holz- oder Steinschraube aufgeschraubt (Chauvin).

Dieselben auf ○ rundem eisernen 20 *mm* starken Stützbalken.

Für kleinere Drahtdurchmesser sind diese Doppelglocken 100 *mm* hoch und 75 *mm* breit.

Doppelglocken mit Loch zum Einführen des Binde-

Fig. 46.

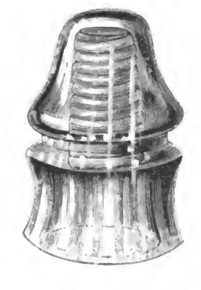


Fig. 47.



Fig. 48.

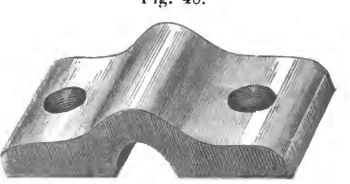


Fig. 49. Fig. 50. Fig. 51.





drahtes und mit Vertiefung an der Spitze, in welcher der Leitungsdraht durch den Bindedraht festgehalten wird. Form Ostbahn, deutsch, russisch (mit Stützbalken). Rumänische Form.

Muscheltrichter zur Einführung.

Einführungspfeifen 125 *mm* lang, 30 *mm* Lochgrösse.

" 260 " " 30 " "

Einführungsstützen, 70 *mm* lang, 16 *mm* Lochgrösse.

Isolirrollen 40 *mm* hoch, 40 *mm* breit.

Deckendoppelrolle, 5 *cm* hoch.

Amerikanische Glasisolatoren (Fig. 46).

Porzellanklemmen mit einem Schraubenloch (Fig. 47).

Dieselben mit zwei Schraubenlöchern (Fig. 48).

Holzklemmen für einen oder mehrere Drähte (Fig. 49 und 50).

Klemmen aus biegsamer, vulcanisirter Fiber mit zwei Schraubenlöchern (Fig. 51).

Emaillirte oder verglaste Eisenklammern.

Porzellan-Unterlagsplatten für Holzleisten in feuchten Räumen.

Glasirte Thoneinführungspfeifen 400 *mm* lang.

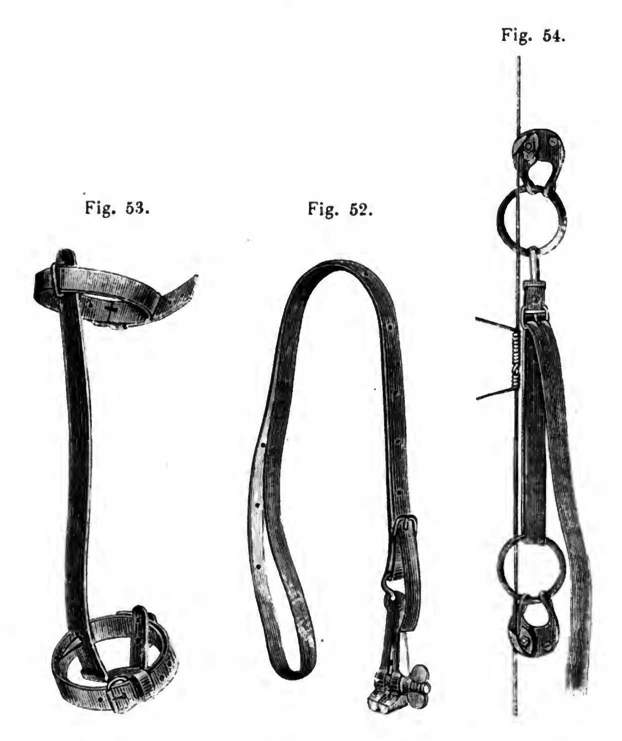
Gummiband. Kautschukband.

Glasröhren zum Einführen der Drähte.

Flüssigkeitsisolatoren. Dieselben sind gewöhnliche Porzellanisolatoren, deren Isolirungsvermögen durch eine eigenartige Anbringung einer möglichst vollkommen isolirenden Flüssigkeit erhöht wird. Der untere Rand des Porzellanisolators ist nach innen und oben derart gebogen, dass die Innenseite des Isolators eine ziemlich breite ringförmige Grube bildet, die nach der Aufstellung des Isolators mit einer vorzüglich isolirenden Flüssigkeit bis nahe zum Rande angefüllt wird.

Raccords zur Anbringung der Lampenhälter auf Gasrohren.

Mit Feder und Schraube.
Mit einfacher Federkraft.



Ring zum Aufschieben auf das Gasrohr, festgehalten durch eine Klemmschraube.

Für transportable Lampen (mit Haken zum Aufhängen des Lampenhälters).

Hülse, welche über den Brenner geschoben wird, so dass die Glühlampe eine verticale Richtung nach unten erhält.

Mit Muttergewinde zum Aufschrauben an Stelle des Brenners.

Werkzeuge für Luftleitungen.

Kletterhaken mit Riemen zum Anschnallen [Climbers] (Fig. 52).

Hand-Feilkloben zum Festhalten des Drahtes.

Fig. 56.

Fig. 55.

Riemen mit Schnalle und Schnallenlöcher für dieselben (Fig. 53).

Drahtklemme, einfach [Excentric Clamp] (Fig. 54).

" doppelt [Come-along Wire Stretcher] zum Anspannen und Festhalten des Drahtes während Herstellung einer Verbindung (Fig. 55).

Flachzange und Kneipzange in eine vereinigt (Splicing Clamps).

Axt mit geschwungener Handhabe.

Schaufeln, Piken, Gabeln zum Aufstellen der Pfosten.

Für Siliciumbronze-Drähte existiren besondere Werkzeuge.

Zur Verbindung zweier Drähte untereinander werden neuestens „Macintyres wire joints" in Anwendung gebracht. Dieselben bestehen aus einem Stück Doppelröhrchen aus Kupfer, in welche die zu verbindenden Drahtenden eingeführt werden. Das Röhrchen wird dann mit einer Kneipzange verdreht und sozusagen um die Drähte gewunden.

Schalen, Glas- und Blechschirme.

Schalen, matt oder aus Milchglas. Gebräuchliche Dimensionen:

Höhe in *cm*	Durchmesser in *cm*	Passend für Halter mit einem Durchmesser von *cm*
$7^1/_2$	12	6
8	14	6
12	16	6
$10^1/_2$	12	6
$7^1/_2$	$25^1/_2$	6
14	$29^1/_2$	6 Schirme
$8^1/_2$	$26^1/_2$	6
$4^1/_2$	$26^1/_2$	6
4	20	6

Emaillirte Eisenblechschirme, Höhen $4^1/_2$, $9^1/_2$ und 14 *cm*, Durchmesser $29^1/_2$, $27^1/_2$ und 26 *cm*.

Zinkblechschirme mit Kragen, flach gedrückt, Durchmesser 25, 35, 40 und 50 *cm*.

Platte Zinkblechschirme, Durchmesser 25, 35, 40 und 50 *cm*.

Zinkblechschirme mit Ausbauchung zur Aufnahme eines platten Lampenhalters.

Konische Schirme aus hellem, mattem oder farbigem Glas.

Tulpen, Strausseneier (Fig. 56 bis 66).

Fig. 57.



Fig. 58.



Fig. 59.



Fig. 60.



Fig. 61.

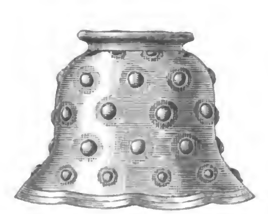


Fig. 62.



Schutzglocken und Schutzkörbe für Glühlampen.

Ballon, birnenförmig, matt oder hell, 18 *cm* Höhe, 14 *cm* Breite.

Ballon, rund, matt oder hell, 16 1/2 *cm* Höhe, 15 1/2 *cm* Breite.

Ballon, rund, matt oder hell, 18 *cm* Höhe, 17 *cm* Breite.

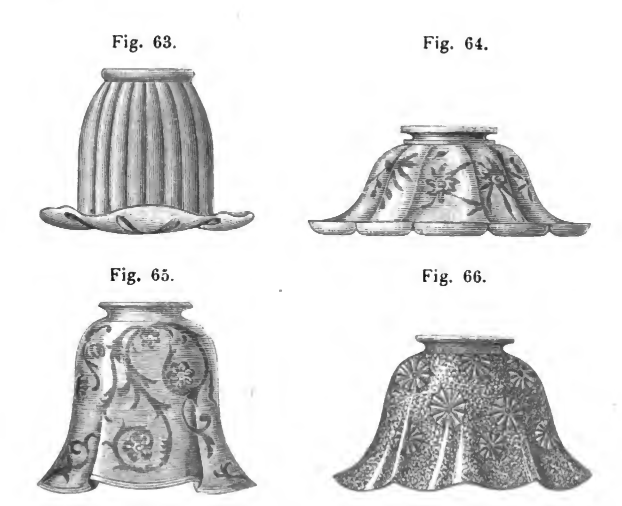


Fig. 63. Fig. 64. Fig. 65. Fig. 66.

Ballonhalter, geschlossen, aus Messingguss, mit eingegypstem Ballon.

Schutzkorb aus Messingdraht mit Charnier, Halter mit Bajonnetverschluss.

Schutzkorb aus verzinntem Eisendraht mit gedrückter Messingblechkapsel.

Halter für Schalen, Schirme und Ballons.

Schalenhalter, geschlossen, aus Messingblech.

Schalenhalter, ohne oder mit Rand für Lampenhälter, mit oder ohne Ausschalter.

Schirmhalter, geschlossen, aus Messingblech.

Schirmhalter, ohne oder mit Rand für Lampenhälter, mit oder ohne Ausschalter.

Schirmhalter aus Messingdraht.

Kostenvoranschläge.

Centralstationen.

Bei Herstellung des Kostenvoranschlages für Centralstationen hat man die Möglichkeit einer baldigen Vergrösserung der Anlage vorzusehen und die maschinellen Einrichtungen und Baulichkeiten so anzuordnen, dass eine eventuelle Vergrösserung blos als eine Fortsetzung der bereits begonnenen Anlage zu betrachten sei.

Eine Unterscheidung ist bei Eintheilung des Netzes zwischen dem städtischen und Privatconsum zu beachten.

Für die öffentliche Beleuchtung werden in kleinen Städten 1500 bis 2000, in grösseren Städten 3000 bis 4000 Brennstunden per Jahr und per Lampe angenommen.

Die Leiter werden entweder in die Erde eingegraben oder in eigens zu diesem Zwecke hergestellte Kanäle gelegt, zu welchen von Distanz zu Distanz Einsteiglöcher führen, oder aber man benützt die städtische Canalisirung, um die Kabel unterzubringen, oder aber die Leiter werden als Luftlinien angelegt.

Für die Strassenbeleuchtung sollen die Lampen etwa 20 bis 25 *m* entfernt sein. In engen Strassen können sie

bis 40 *m* voneinander entfernt und noch dazu verschränkt sein (erste Lampe links, zweite rechts, dritte links, vierte rechts u. s. w.). Wenn eine Strasse in die andere einmündet, wird man die Lampen so vertheilen, dass sich eine derselben an der Ecke der einmündenden Strasse oder aber derselben gegenüber befindet. Wenn zwei Strassen sich kreuzen, wird man ebenfalls eine der Ecken zur Anbringung einer Lampe benützen. Auf Plätzen wendet man meistens Bogenlicht an; anderenfalls werden Glühlampen in der Mitte und an den Trottoirs angebracht. In engen Strassen werden die Consolen meist an den Wänden der Häuser angebracht. In breiteren Strassen werden die Candelaber am Trottoirrand aufgestellt. Die beste Höhe für Glühlampen ist 3·30 *m* bis 3·60 *m* über dem Fussboden. Die Masten für Bogenlampen auf freien Plätzen haben von 10 bis 15 *m* Höhe.

Für die Strassenbeleuchtung giebt es keinen besonderen Elektricitätsmesser; sie geschieht nach Uebereinkunft und ist für sie eine gewisse Zeitdauer vorgeschrieben. Dort, wo statt der einfachen Lampen grössere intensivere vorgeschrieben sind, muss eine Reservelampe vorgesehen werden, welche nach dem Verlöschen der grossen Lampe, nach Mitternacht in Action tritt. In grösseren Städten wird man zwei getrennte Stromkreise: einen für die Beleuchtung vor Mitternacht und einen für die Lichtabgabe von Mitternacht bis zum Morgen anlegen. In kleinen Städten kann das Auslöschen der halbnächtigen Lampen durch einen Angestellten erfolgen.

Elektricitätsmesser. Dieselben sind entweder Energiemesser oder Strommesser.

Edison: Elektrolytisches Princip. (Preise der Meter für 6 Lampen 13·15 Dollars, für 12 Lampen 13·45 Dollars,

für 25 Lampen 13·80 Dollars, für 50 Lampen 21·40 Dollars, für 100 Lampen 33·45 Dollars.) — Ein anderes Princip Edison's ist es, den zu messenden Strom durch die Windungen einer elektromagnetischen Maschine gehen zu lassen, die eine ihrer Drehungsgeschwindigkeit proportionale Arbeit zu leisten hat. Ist diese Arbeitsleistung so gross, dass die Rotationsgeschwindigkeit der Maschine durch sie sehr bedeutend vermindert wird, derart, dass die innere Reibung der Maschine gegenüber ihrer äusseren Arbeitsleistung als verschwindend klein betrachtet werden kann, so ist die Rotationsgeschwindigkeit zwischen gewissen Grenzen ein Mass der Stromstärke und die durch ein Zählwerk angezeigte Zahl der Umdrehungen ein Mass der Elektricitätsmenge, welche die Leitung durchlief.

Ferranti. Beruht auf der Thatsache, dass Quecksilber, welches einen Magnetpol umgiebt, in Rotation um denselben versetzt wird, wenn es von radialen Strömen durchlaufen wird. Die Rotationsgeschwindigkeit des Quecksilbers wird durch einen in das Quecksilber tauchenden, concentrisch mit der Rotation desselben gelagerten leichten Hebel gemessen, dessen Umdrehungen durch ein Laufwerk registrirt werden.

Aron. Beruht auf der Thatsache, dass die Schwingungsdauer des Pendels mit den Quadratwurzeln aus den auf dasselbe wirkenden Anziehungskräften abnimmt.

Siemens. Besteht aus einem Pacinottischen Ringe mit verticaler Achse, umgeben von einem Kupfercylinder und concentrisch mit demselben fest verbunden. Ein Hufeisenmagnet ragt mit seinen Polenden in den Kupfercylinder hinein. Der mit dem Ringe rotirende Kupfercylinder ist seinerseits von einem feststehenden Eisenringe umgeben. Die in dem Cylinder inducirten Ströme redu-

ciren die Rotationsgeschwindigkeit auf etwa ein Zwanzigstel des Betrages, den sie ohne die elektrodynamische Dämpfung annehmen würde.

Canderay. Zähler mit Uhrwerk und Registrator der Ausschläge eines Coulomb- oder Ampèremeters.

Thomson. Zähler mit Uhrwerk und Centrifugalregulator.

Calorische Messer: Prof. Forbes: Es wird die Geschwindigkeit des Luftzuges, welcher durch die Erwärmung eines Leiters entsteht, und welche proportionell ist zur Quadratwurzel der in der Zeiteinheit hervorgebrachten Wärme, einregistrirt. — Jehl und Rupp: Selbes Princip mit Erwärmung einer Flüssigkeitssäule. — Tavener: Abwechselnde Erwärmung zweier mit Luft gefüllter Kugeln, welche durch eine Quecksilbersäule miteinander verbunden sind. Das Auf- und Absteigen der letzteren setzt den Apparat in Bewegung.

* * *

Der Kalender für die Strassenbeleuchtung lässt sich für grössere Städte beiläufig wie folgt zusammenstellen:

Januar	Beginn der Beleuchtung Abendstunde	Ende Morgenstunde	Beleuchtungsstunden	Total d. Beleuchtungsstunden
Vom 1. bis 5.	4 1/4	7 1/2	15 1/4	450 1/4
„ 6. „ 9.	4 1/2	7 1/2	15	
„ 10. „ 13.	4 1/2	7 1/4	14 3/4	
„ 14. „ 20.	4 3/4	7 1/4	14 1/2	
„ 21. „ 29.	5	7	14	
„ 30. „ 31.	5 1/4	7	13 3/4	

Februar	Beginn der Beleuchtung Abendstunde	Ende Morgenstunde	Beleuchtungsstunden	Total d. Beleuchtungsstunden
Vom 1. bis 2.	$5^{1}/_{4}$	7	$13^{3}/_{4}$	$358^{3}/_{4}$
„ 3. „ 6.	$5^{1}/_{4}$	$6^{3}/_{4}$	$13^{1}/_{2}$	
„ 7. „ 10.	$5^{1}/_{2}$	$6^{3}/_{4}$	$13^{1}/_{4}$	
„ 11. „ 14.	$5^{1}/_{2}$	$6^{1}/_{2}$	13	
„ 15. „ 17.	$5^{3}/_{4}$	$6^{1}/_{2}$	$12^{3}/_{4}$	
„ 18. „ 21.	$5^{3}/_{4}$	$6^{1}/_{4}$	$12^{1}/_{2}$	
„ 22. „ 28.	6	6	12	
März				
Vom 1. bis 6.	$6^{1}/_{4}$	$5^{3}/_{4}$	$11^{1}/_{2}$	$327^{1}/_{4}$
„ 7. „ 13.	$6^{1}/_{2}$	$5^{1}/_{2}$	11	
„ 14. „ 20.	$6^{3}/_{4}$	$5^{1}/_{4}$	$10^{1}/_{2}$	
„ 21. „ 26.	7	5	10	
„ 27. „ 29.	7	$4^{3}/_{4}$	$9^{3}/_{4}$	
„ 30. „ 31.	$7^{1}/_{4}$	$4^{1}/_{2}$	$9^{1}/_{4}$	
April				
Vom 1. bis 6.	$7^{1}/_{4}$	$4^{1}/_{2}$	$9^{1}/_{4}$	$250^{1}/_{4}$
„ 7. „ 13.	$7^{1}/_{2}$	$4^{1}/_{4}$	$8^{3}/_{4}$	
„ 14. „ 20.	$7^{3}/_{4}$	4	$8^{1}/_{4}$	
„ 21. „ 25.	8	$3^{3}/_{4}$	$7^{3}/_{4}$	
„ 26. „ 29.	8	$3^{1}/_{2}$	$7^{1}/_{2}$	
„ 30.	$8^{1}/_{4}$	$3^{1}/_{4}$	7	
Mai				
Vom 1. bis 6.	$8^{1}/_{4}$	$3^{1}/_{4}$	7	$194^{3}/_{4}$
„ 7. „ 9.	$8^{1}/_{2}$	$3^{1}/_{4}$	$6^{3}/_{4}$	
„ 10. „ 15.	$8^{1}/_{2}$	3	$6^{1}/_{2}$	
„ 16. „ 19.	$8^{3}/_{4}$	3	$6^{1}/_{4}$	
„ 20. „ 24.	$8^{3}/_{4}$	$2^{3}/_{4}$	6	
„ 25. „ 31.	9	$2^{1}/_{2}$	$5^{1}/_{2}$	

Juni	Beginn der Beleuchtung Abendstunde	Ende Morgenstunde	Beleuchtungsstunden	Total d. Beleuchtungsstunden
Vom 1.	9	$2^1/_2$	$5^1/_2$	$142^1/_4$
„ 2. bis 10.	$9^1/_4$	$2^1/_4$	5	
„ 11. „ 23.	$9^1/_2$	2	$4^1/_2$	
„ 24. „ 30.	$9^1/_2$	$2^1/_4$	$4^3/_4$	
Juli				
Vom 1. bis 2.	$9^1/_2$	$2^1/_4$	$4^3/_4$	175
„ 3. „ 10.	$9^1/_4$	$2^1/_2$	$5^1/_4$	
„ 11. „ 19.	$9^1/_4$	$2^3/_4$	$5^1/_2$	
„ 20. „ 27.	9	3	6	
„ 28. „ 31.	$8^3/_4$	$3^1/_4$	$6^1/_2$	
August				
Vom 1. bis 4.	$8^3/_4$	$3^1/_4$	$6^1/_2$	$230^3/_4$
„ 5. „ 10.	$8^1/_2$	$3^1/_4$	$6^3/_4$	
„ 11. „ 16.	$8^1/_4$	$3^1/_2$	$7^1/_4$	
„ 17. „ 23.	8	$3^3/_4$	$7^3/_4$	
„ 24. „ 29.	$7^3/_4$	4	$8^1/_4$	
„ 30. „ 31.	$7^1/_2$	4	$8^1/_2$	
September				
Vom 1. bis 2.	$7^1/_2$	4	$8^1/_2$	289
„ 3. „ 4.	$7^1/_2$	$4^1/_4$	$8^3/_4$	
„ 5. „ 10.	$7^1/_4$	$4^1/_4$	9	
„ 11. „ 16.	7	$4^1/_2$	$9^1/_2$	
„ 17. „ 22.	$6^3/_4$	$4^3/_4$	10	
„ 23. „ 26.	$6^1/_2$	$4^3/_4$	$10^1/_4$	
„ 27. „ 28.	$6^1/_2$	5	$10^1/_2$	
„ 29. „ 30.	$6^1/_4$	5	$10^3/_4$	

October	Beginn der Beleuchtung Abendstunden	Ende Morgenstunde	Beleuchtungsstunden	Total d. Beleuchtungsstunden
Vom 1. bis 3.	$6^1/_4$	5	$10^3/_4$	$368^1/_4$
„ 4. „ 11.	6	$5^1/_4$	$11^1/_4$	
„ 12. „ 16.	$5^3/_4$	$5^1/_2$	$11^3/_4$	
„ 17. „ 24.	$5^1/_2$	$5^3/_4$	$12^1/_4$	
„ 25. „ 31.	$5^1/_4$	6	$12^3/_4$	
November				
Vom 1. bis 7.	5	$6^1/_4$	$13^1/_4$	417
„ 8. „ 9.	$4^3/_4$	$6^1/_4$	$13^1/_2$	
„ 10. „ 15.	$4^3/_4$	$6^1/_2$	$13^3/_4$	
„ 16. „ 19.	$4^1/_2$	$6^1/_2$	14	
„ 20. „ 26.	$4^1/_2$	$6^3/_4$	$14^1/_3$	
„ 27. „ 30.	$4^1/_4$	7	$14^3/_4$	
December				
Vom 1. bis 5.	$4^1/_4$	7	$14^3/_4$	$471^1/_2$
„ 6. „ 9.	$4^1/_4$	$7^1/_4$	15	
„ 10. „ 15.	4	$7^1/_4$	$15^3/_4$	
„ 16. „ 24.	4	$7^1/_2$	$15^1/_2$	
„ 25. „ 31.	$4^1/_4$	$7^1/_2$	$15^1/_4$	
				3675
			Hinzuzusetzen in Schaltjahren	12
				3687

In kleineren Städten findet zur Zeit des Vollmondes keine Strassenbeleuchtung statt.

Für gewissen im Vorhinein bestimmten Verbrauch lassen sich die Lampenstunden etwa wie folgt berechnen:

Lampenstunden, gerechnet von Sonnenuntergang bis 12 Uhr 30 Min. Mitternachts.

Anzahl der Lampen	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Zusammen im Jahre
1	272	200	186	171	153	136	144	166	190	228	236	246	2328
2	544	400	372	342	306	272	281	332	380	456	472	492	4656
3	816	600	558	512	459	408	432	498	570	684	708	738	6984
4	1088	800	744	684	612	544	576	664	760	912	944	984	9312
5	1360	1000	930	855	765	680	720	830	950	1140	1180	1230	11640
6	1632	1200	1116	1026	918	816	864	996	1140	1368	1416	1476	13968
7	1904	1400	1302	1197	1071	925	1008	1162	1330	1596	1652	1722	16296
8	2176	1600	1488	1368	1224	1088	1152	1348	1520	1824	1888	1968	18624
9	2448	1800	1674	1539	1377	1224	1296	1494	1710	2052	2124	2214	20952
10	2720	2000	1860	1710	1530	1360	1440	1660	1900	2280	2360	2460	23280

Lampenstunden, gerechnet von Sonnenuntergang bis 10 Uhr Nachts.

Anzahl der Lampen	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Zusammen im Jahre
1	194	129	108	95	75	60	66	88	124	150	160	168	1417
2	388	258	216	190	150	120	132	176	248	300	320	376	2834
3	582	387	324	285	225	180	198	264	372	450	480	504	4251
4	776	516	432	380	300	240	264	352	496	600	640	672	5668
5	970	645	540	505	375	300	330	440	620	750	800	840	7085
6	1164	774	648	570	450	360	396	528	744	900	960	1008	8502
7	1358	903	756	665	525	420	462	616	868	1050	1120	1176	9889
8	1552	1032	846	760	600	480	528	704	992	1200	1280	1344	11336
9	1746	1161	972	855	675	540	594	792	1116	1350	1440	1512	12753
10	1940	1290	1080	950	750	600	660	880	1240	1500	1600	1680	14170

Muster eines Kostenvoranschlages für eine Centralstation amerikanischen Systems, Gleichstrom, Dreileitersystem, Capacität 10.000 Lampen, inmitten einer volkreichen Stadt gelegen.

Vor Allem muss entschieden werden, wie viel Motoren und wie viel Dynamos zur Aufstellung gelangen sollen.

Wir wollen annehmen, man habe sich dafür ausgesprochen, zehn Motoren aufzustellen, von welchen jeder eine von je zwei auf Spannung geschalteten Dynamos zu 1000 Lampen à 0·75 Ampères betreibt. Zwei andere Motoren betreiben je eine einzelne Dynamo à 100 Volts, welche zur Kraftabgabe dienen.

Der Dampf wird beigestellt von fünf Röhrenkesseln.

Wir wollen zuerst an die Berechnung der Kesselanlage gehen.

Fünf Wasserröhrenkessel. System Babcock und Wilcox. Jeder derselben besitzt neunzig Röhren, 18 Fuss lang. Der Dampfsammler hat einen Durchmesser von 36 Zoll. Das Gewicht eines Kessels ist 55.000 Pfund. Die Dimensionen sind: 23 × 12 × 14 Fuss. Heizfläche 68 Quadratfuss. Verdampfung 9 bis 10 *kg.* per Kilogramm Kohle. Jeder der Kessel hat eine Capacität von 240 *H P.*

Fundirungen in Beton.

Zwei Rauchfänge aus Ziegelwerk für die Kessel Totale Höhe 55 *m*, der Sockel mitgerechnet. Höhe des Postamentes 7 *m*. Dicke des Rauchfanges gerade über dem Postamente 1·1 *m*. Innerer Durchmesser am Postamente 3·5 *m*; oben am Kranze 2 *m*. Fundirungen in

Beton 3 *m* Dicke. Der untere Theil der Rauchfänge ist aus feuerharten Ziegelsteinen.

Mauerwerk: Feuerharte Ziegelsteine, ungefähr 2850 Stück per Kessel.

Gewöhnliche Ziegelsteine: 16.800 Stück per Kessel.

Armaturen: Beiläufig 1000 *kg* per Kessel.

Montage: 2 Arbeiter während zwei Wochen.

Rauchabzugscanäle: Querschnitt 1 m^2, garnirt mit 11 *cm* dickem Ziegelwerk $= 4 \times 0{\cdot}11 \times 1 = 3{\cdot}44\ m^3$ per laufenden Meter.

Verblechung.

Speiseapparate: Für jeden Kessel ein Injecteur. Für jeden Kessel eine besondere Speisepumpe. Im Ganzen fünf Pumpen und fünf Injecteure.

Dampfleitung für die Speisepumpen. Montirung dieser Rohrleitung.

Dampfleitung für die Injecteurs: 5 Zulasshähne. Rohrleitung. Montirung.

Vorwärmer: Das Speisewasser wird durch den Ablassdampf vorgewärmt. Man nimmt an, dass man in einer Stunde 150 *kg* Dampf per Quadratmeter condensiren könne. Man hätte ein Maximum von 15.000 *kg* Dampf zu condensiren. Es wird daher benöthigt eine Oberfläche von $15.000 : 150 = 100\ m^2$. Wir wollen zwei Vorwärmer annehmen, macht eine Oberfläche von 50 m^2 per Vorwärmer.

Gefäss für den Vorwärmer: Aus Blech. 3 *m* Höhe, 1·75 *mm* Durchmesser, 4 *mm* Dicke. Vernietung ungefähr 10 Procent des Gesammt-Blechgewichtes. Blechboden. Untersatz aus Gusseisen. — Montirung der Vorwärmer. — Fünf Einlasshähne.

Es können auch zwei Einspritzcondensatoren vorgesehen werden. In diesem Falle rechne man zwei selbstständige Luftpumpen, ferner Rohrleitung von und zu den Condensatoren.

Speisewasserleitung: I. Von den Reservoirs zu den Vorwärmern. Rohre von 60 bis 70 *mm*. Zwei Hähne. Montirung, Klammern u. s. w. mitinbegriffen.

II. Von den Vorwärmern zu den Speisepumpen und den Injecteurs: Für jeden Kessel eine Hauptleitung von 60 *mm* Durchmesser. Diverse Klammern, Flanschen u. s. w. Montirung.

Manometer: Einer per Kessel.

Dampfmaschinen:

Zwölf Maschinen, System Armington & Sims Hub 15 Zoll, Durchmesser 15·5 Zoll, 240 Umdrehungen in der Minute, Geschwindigkeit des Pistons 600 Zoll per Minute. Indicirte Kraft: 135 Pferdekräfte ohne Condensation. Durchmesser der doppelten Schwungräder 60 Zoll. Dimensionen, Schwungräder mit einbegriffen: Länge 11 Fuss 7 Zoll, Breite 6 Fuss.

Jeder Motor ist mit einem „automatic cut-off regulator" versehen.

Besondere Fundirungen sind nicht nothwendig, da der Motor auf eiserner Base, auf sogenannten „Foundation-Boxes" aufmontirt wird. Als Unterlage kann man eine zwei Fuss tiefe Betonschicht nehmen.

Montirung: Drei Tage für vier Arbeiter per Motor.

Manometer: 12 Manometer.

Treibriemen: 24 Riemen von 10 *m* Länge, $13^1/_2$ Zoll Breite = 240 *m*.

Dampfzuleitung für die Motoren: Rohre von 5 Zoll Durchmesser.

Hähne: Fünf an den Kesseln, zwölf an den Motoren. Im Ganzen 17 Stück.

Montirung der Dampfzuleitung. Bekleidung der Rohre mit wärmehaltendem Material.

4 Ablasshähne für das in den Rohren angesammelte Condensationswasser.

Rohrleitung für die Dampfausströmung (von den Motoren zu den Vorwärmern). Rohre von 6 Zoll Durchmesser.

12 Ablasshähne, um jeden Motor von dem anderen zu isoliren.

Rohre, ausgehend von den Vorwärmern und in das Freie ausmündend. 4 Zoll Durchmesser.

Klammern, Flanschen u. s. w.

Montage.

Allgemeines.

Es wird angenommen, dass Kessel und Maschinen im Erdgeschosse untergebracht sind und wird die Kohle von der Strasse durch die Luken in den Kohlenraum hinabgeworfen. Die Dynamos sind im Erdgeschosse, der Regulator- und Messraum im ersten Stockwerke, die Bureaux in den folgenden Stockwerken untergebracht.

Wage. Eine Wage von 4000 *kg* für die Kohlenwägen mit automatischer Verificationsvorrichtung,

Flaschenzüge. Drei rollende Flaschenzüge für die Montirung und Demontirung der Dampfmaschinen und Dynamos.

Schienen für die rollenden Flaschenzüge.

Schienenweg für die Zufuhr der Kohle und Abfuhr der Asche. Schienen, eine Drehscheibe, Waggons zum Umstürzen eingerichtet, eine Wage um die Waggons abzuwägen u. s. w.

Brunnen: Grabung eines Brunnens, ergiebig für eine Wasserabgabe von 15 bis 18 m^3 Wasser per Stunde. Ausserdem wird die Benützung der städtischen Wasserleitung für Nothfälle vorgesehen.

Wasserhebepumpen, um das Wasser vom Brunnen in die Reservoire zu leiten. Leistung der Pumpen: 75 bis 125 Liter in der Secunde, 45 bis 75 Hectoliter per Minute, 270 bis 450 m^3 per Stunde. Kraft: 1·80 bis 2·75 *H P* per Meter Elevation. Durchmesser des Saugrohres 0·225, des Heberohres 0·175 *m*. Die Pumpen können auch durch elektrische Motoren betrieben werden.

Rohrleitung für das Ueberwasser in den Reservoirs, 5 *cm* Durchmesser.

Dampfheizung für die Locale. Nach Belieben einzurichten.

Es kann ein grosses Wasserreservoir vorgesehen werden, das aus Backstein und Cement hergestellt ist. Die Seitenwände und der Boden sind dicht mit Cement bekleidet. Anderenfalls sieht man mehrere Reservoire aus Blech vor. Gut ist es, falls Einspritzcondensatoren zur Anwendung kommen, die Speisewasser- und Condensationswasser-Reservoire von einander zu trennen. Für den Bedarf an Condensationswasser werden 25 *kg* per 1 *kg* Speisewasser angenommen. Für jedes Reservoir ist ein Schwimmer vorzusehen, welcher an dem Saugrohr der Pumpen angebracht ist und das Fallen des Wasserspiegels unter ein gewisses Minimum verhindern soll.

Wasserreservoire.

Gerüste für die Reservoirs. Eichenhölzer, Bolzen, T-Eisen, Steinwürfel, Fundirungen, Montage.

Oelreservoir mit Pumpe und Filtrirapparat, Kammern u. s. w.

Einrichtung einer kleinen Reparaturwerkstätte. Schraubstock, Bohrmaschine, Amboss, Drehbank u. s. w.

Blitzableiter auf den Rauchfängen.

Dynamos.

12 Dynamos für Gleichstrom, Spannung 120 Volts, 800 Ampères, genügend für wenigstens 1000 Glühlampen à 16 Kerzen.

Ein Ausschalter für jede Dynamo.

Riemenspannvorrichtung für jede Dynamo, ebenso drei Gleitschienen per Dynamo.

Fundirungen für jede Dynamo.

Unterhölzer für die Gleitschienen.

Ankerbolzen.

Façonnirung.

Kabel von den Dynamos zu dem Hauptvertheilungstableau und zu den Widerständen, welche in den Erregerstrom eingeschaltet werden.

Widerstände für den Erregerstrom.

Handregulatoren für alle 12 Dynamos, aufgekeilt auf gemeinsamer Achse, um alle Regulatoren zu gleicher Zeit in Betrieb setzen zu können.

Ein Lampentableau zum Ausprüfen der Dynamos.

Haupt-Sicherheitsvorrichtungen für jede Dynamo.

Haupt-Sicherheitsvorrichtungen für die vom Vertheilungstableau ausgehenden Hauptleitungen.

Messinstrumente: 1 Voltmeter, 2 Ampèremeter (1 für den Hauptstrom, 1 für den Erregerstrom) per Dynamo.

Lampenzähler. Signalvorrichtungen.

Kupferbarren: Stellschrauben, Ausschalter, Isolatoren u. s. w. für das Hauptvertheilungstableau. Nussbaumholz und Schiefer für das Tableau. Montage.

Als Leiter werden für das Netzwerk concentrische Kabel gewählt. Für engere Strassen genügt ein Strang, für breitere werden zwei Stränge, jedweder neben dem Trottoir gelegt.

Es seien beispielsweise die Länge der Strassen folgende:

		Länge der Strasse *m*	Länge der Kabel *m*
Erste	Strasse	230	230
zweite	„	720 × 2	1440
dritte	„	550 × 2	1100
vierte	„	700 × 2	1400
fünfte	„	240	240
sechste	„	270	270
siebente	„	260 × 2	560
achte	„	120	120
neunte	„	200 × 2	400
zehnte	„	190	190
eilfte	„	170	170
zwölfte	„	160	160
dreizehnte	„	420 × 2	840
vierzehnte	„	280	280
		Gesammtlänge	7400 *m*.

Es sind daher vorzusehen 7400 *m* concentrisches Kabel von beiläufig 150 mm^2 Querschnitt, welche in den verschiedenen Strassen vertheilt, zu einem gemeinsamen, unter sich gürtelförmig vereinigten Leitungsnetze vereinigt werden, an welchem an verschiedenen Stellen durch „Feeder" der nöthige Strom zugeführt wird.

Ausserdem sind vorzusehen; 1200 Muffen und Kreuzungsstücke.

Aufgrabung der Strassen, Legung des Kabels, Prüfung desselben, Zuwerfen der Gräben, Neupflasterung u. s. w.

Feeders. Man kann deren etwa zwanzig vorsehen. Ihre genaue Anzahl kann erst durch Experimente festgestellt werden.

Jeder Feeder speist etwa $\frac{10000}{20} = 500$ Lampen.

Die Intensität wird sein: $500 \times \frac{0{\cdot}75}{2} = 187{\cdot}5$ Ampères.

Mittlere Länge eines Feeders: ungefähr 400 *m*.

Der Querschnitt wird gegeben durch den Calcul:

$$s = \frac{0{\cdot}017 \times 2 \times 400 \times 187{\cdot}5}{20 \text{ Volts Verlust}} = 121{\cdot}38\, mm^2$$

Im Ganzen: $20 \times 400 = 8000$ *m* Kabel von 122 mm^2 Querschnitt.

Aufgraben, Legen der Kabel, Ausprüfung, Zuwerfung, Neupflasterung.

Abzweigungen für die Häuser. Wir nehmen 10 Lampen für jede Abzweigung an. Wir haben daher vorzusetzen:

1000 Muffe für die Abzweigungen.

Kabel für die Einführungen in die Häuser.

Verlöthung und Ausprüfung der Abzweigungen.

Aufgraben, Zuwerfen, Neupflasterung.

Die Elektricitätszähler sind auf Kosten des Clienten einzurichten und können daher in den Voranschlag nicht aufgenommen werden.

Werkzeuge für die Kabellegung (per Abtheilung):

Ein Handwagen.

Ein Kessel für das Isolirmaterial.

Schaufeln, Krampen, Hacken.

Ein Löthapparat für Oxygen zum Verlöthen der Verbindungsstellen.

Hammer, Feilen, Schraubenschlüssel, Meissel und andere Werkzeuge.

Messinstrumente mit Voltazellen.

Abtheilung für die chemischen Elektricitätsmesser.

Ein Wasserreservoir zum Waschen der Zinkplatten.

Ein Destillationsapparat.

Präcisionswagen.

Gewöhnliche Wagen.

Ein Trockenofen.

Chemische Präparate.

Laboratoriumutensilien.

Mobiliar.

Gebäudekosten.

Nach dem Vorschlage des Architekten.

Administration.

Einrichtung der Räume für Direction, Buchhaltung, Controle u. s. w.

Andere Kosten.

Voranschläge, Pläne, Consultationen, Gesuche etc.

* * *

Das Verhältniss des Lichtabnehmers zur Centralstation-Unternehmung kann etwa folgendes sein:

Die Hauptleitungen werden von der Unternehmung ausgeführt. Den Anschluss an die Hauptleitung, sowie die Lichtanlage im Innern der Räume führt die Unternehmung auf Grund eines von beiden Theilen genehmigten Kostenvoranschlages aus. Aenderungen und Ausbesserungen sind allein von der Unternehmung oder deren Beauftragten zu bewirken. — Die Controlirung des Consums geschieht durch behördlich geaichte Elektricitätsmesser.

Als Einheit für die Preisberechnung gilt entweder diejenige Strommenge, welche von einer Glühlampe von 10 oder 16 Normalkerzen in einer Stunde verbraucht wird, oder aber es wird die Ampèrestunde als Einheit angenommen.

Entweder lässt man dem Abonnenten die verbrauchten Glühlampen ganz ersetzen, oder aber die Unternehmung versorgt den Abonnenten mit den nothwendigen Lampen und bringt blos jene in Aufrechnung, welche durch das Verschulden des Abonnenten zerbrochen wurden.

Für Bogenlampen zahlt der Abnehmer entweder eine Grundtaxe per Jahr und per Lampe und ausserdem noch eine monatliche Taxe für den verbrauchten Strom, oder aber es werden ihm blos die Ampèrestunden aufgerechnet. Die Wartung der Bogenlampen, sowie die Versorgung derselben mit Kohlenstiften hat der Abonnent selbst zu besorgen.

Für die Benutzung der Elektricitätszähler oder Messer hat der Abonnent eine jährliche Miethe zu entrichten.

* * *

Bei Vergleichung der ökonomischen Situation einer Centralstation mit Wechselstrombetrieb und Transformatoren und einer Centralstation mit Gleichstrombetrieb und Dreileitersystem sind ausser Anderem folgende Factoren zu berücksichtigen:

1. Anlagekosten,
2. Oekonomie, Capacität und Entwerthung.

1. Anlagekosten. Dieselben sind verschieden in beiden Systemen. Die hauptsächlichsten Kosten sind beim Dreileitersystem: Generatoren, Hauptleiter und Installation in den Privatgebäuden. Beim Wechselstromsystem: Generatoren, primärer Stromkreis, Transformatoren und secundärer Stromkreis.

Die Anlagekosten der Generatoren und der Nebenleiter oder secundären Leitungen sind für beide Systeme so ziemlich dieselben. Es bleiben daher blos zu vergleichen: die Herstellungskosten der Hauptkabel und „Feeder" für das Dreileitersystem — und der primären Leiter und Transformatoren für das Wechselstromsystem.

Die Herstellungskosten eines Leiters für eine gewisse Stromspannung und für eine gegebene Distanz und Verlust variirt gewöhnlich im umgekehrten Verhältniss zum Quadrate der anfänglichen elektromotorischen Kraft. Wenn die *EMF* für ein System 1000 Volts, für das andere System aber 110 Volts ist, so würde sich das Verhältniss des Kostenpreises zwischen den beiden so gestalten: 1,000.000 (1000^2) : 12.100 (110^2), d. h. 82 : 1.

Im Dreileitersystem ist die zur Anwendung gelangende elektromotorische Kraft die doppelte jener der Lampen, welche sich gewissermassen zu zweien hintereinander geschaltet befinden. Wenn wir nun gefunden haben, dass das Verhältniss des Kostenpreises zwischen 110 und 1000 Volts = 82 : 1, so ist dieses Verhältniss für das Dreileitersystem (220 und 1000 Volts) = 27·5 : 1.

Wenn wir nun statt des Dreileitersystems ein Vierleiter- oder Fünfleitersystem anwenden, können wir die Kosten der Leiter auf ein Geringes herabmindern, so dass das angegebene Verhältniss 27·5 : 1 beinahe gleich 1 : 1 wird. Es ist daher das Dreileitersystem in dieser Beziehung viel flexibler als das Transformatorensystem.

Beim Wechselstromsystem könnte, wenn eine solche gewünscht wird, höchstens dadurch eine Ersparniss erzielt werden, wenn beispielsweise im secundären Stromkreise Lampen von 220 anstatt 110 Volts zur Anwendung kämen, was übrigens noch eine Frage der Möglichkeit ist, solche Lampen herzustellen. Die hierdurch erzielte Ersparniss wäre nicht in den Hauptleitern im primären Stromkreise, sondern einzig und allein bei den Transformatoren zu suchen, welche doppelt so viel Lampen speisen könnten, als wenn sie für 110 Volts gebaut wären. Die Anzahl selbst dieser Transformatoren aber kann nur um ein Geringes vermindert werden, da sie von der constanten Anzahl der zu speisenden Privatinstallationen abhängt, und würde die ganze Kostenersparniss höchstenfalls 20 Procent betragen. Wenn wir nun aber beim Dreileitersystem statt 110 Voltslampen solche von 220 Volts anwenden und dementsprechend statt 110 Voltsdynamos solche von 220 Volts hintereinanderschalten, beträgt die hierdurch erzielte Ersparniss in den

Hauptkosten, d. h. in den Hauptleitern 80 Procent. Wir finden also, dass bei den Hauptkosten der beiden Systeme („Hauptleiter" und „Transformatoren") beim Dreileitersystem bedeutend mehr Chancen auf eine Reducirung der Kosten vorhanden sind, als beim Transformatorensystem, falls man allenfalls dahin gelangen sollte, in der Construction der Glühlampen eine Oekonomie zu erzielen und dieselben für die doppelte als bisher gebräuchliche Voltzahl zu fabriciren.

Das aber ist eine Frage der Zeit. Wir müssen nun die *Herstellungskosten* der beiden Systeme vergleichen, wie sie heute thatsächlich bestehen. L. Ward hat im „Electrical World" für die Kosten der Leiter eine praktische Formel aufgestellt, welche folgendermassen lautet:

$T.C.P$ = gesammte Lichterforderniss in Normalkerzen
D = Hauptdistanz der Leiter (einfach genommen)
L = Preis eines Pfundes Kupfer in Centimes
V = Verlust an Volts in den Leitern (Hin- und Rückstrom)
E = EMF an den Lampen
$C.H.P$ = Normalkerzen per elektrische Pferdekraft
S = Kupferkosten

$$S = \frac{T.C.P \times D\,2 \times L}{V \times E \times C.H.P \times 1.000}$$

Für das Dreileitersystem muss ein Drittel dieses Werthes angenommen werden.

Bevor wir daran gehen, diese Formel in den später folgenden Tabellen anzuwenden, muss erinnert werden, dass bei Gleichstrom der Verlust in den Leitern genau proportional ist zur Energie, welche die Leiter übermitteln, d. h. jede Variation in der Stromstärke oder Spannung macht auch den Verlust proportional variiren.

Beim Wechselstrom ist dies nicht der Fall. Wenn bei Gleichstrom der Verlust in den Leitern bei ein Viertel der vollen Ampèrebelastung ebenfalls gleich ist einem Viertel des vollen Verlustes, so ist beim Wechselstrom der Verlust bei ein Viertel der vollen Belastung wahrscheinlich noch 75 Procent des vollen Verlustes, d. h. Wechselstromsysteme erreichen nur bei voller Belastung den höchsten Nutzeffect.

Die statistische Vergleichung von Diagrammen der Belastung in 50 Edison-Centralstationen hat ergeben, dass die Durchschnittsbelastung einer Station gleich ist 33 bis 40 Procent der Maximalbelastung, woraus folgt, dass wenn der Verlust in den Leitern bei Maximalbelastung gleich ist 10 Procent, so ist dieser Verlust bei Durchschnittsbelastung blos 3 bis 4 Procent.

Es sei:	Dreileitersystem			Wechselstromsystem mit 1000 Volts		
Maximalverlust in Volts . .	12·5	20	20	25	50	100
„ „ Procent.	10	15	20	2·5	5	10
Durchschnittsverlust in Proc.	4	6	8	1	2	4
Durchschnitts-Nutzeffect . .	96	94	92	99	98	96

Wir nehmen in der vorhergehenden Zusammenstellung an: Nutzeffect für das *Transformatorensystem*: 98 Procent für die primären und 99 Procent für die secundären Leiter. Mit einem commerciellen Nutzeffect von 90 Procent für den Wechselstrom-Generator und 95 Procent für den Transformator, beträgt der totale Nutzeffect 82·9 Procent. Mit einem commerciellen Nutzeffect von 85 Procent für den Generator und 90 Procent für den Transformator, was gewiss genügend hoch angenommen ist, beträgt der totale Nutzeffect 74·2 Procent.

Beim *Dreileitersystem* haben wir angenommen: Nutzeffect 92 Procent für die Dynamos und 99 Procent für die Haupt- und Nebenleiter. Der Maximalverlust in den Feeders ist mit 10, 15 und 20 Procent mit einem correspondirenden Durchschnittsverlust von 4, 6 und 8 Procent und einem Nutzeffect von 96, 94 und 92 Procent angenommen. Wir finden:

Wechselstromsystem:

Nutzeffect	Individuell	Total	Individuell	Total	Individuell	Total
des Generators	90	90	88	88	85	85
„ primären Stromkreises .	98	88·2	98	87·2	98	83·3
der Transformatoren . . .	95	83·8	92	79·3	90	75
des secundären Stromkreises	99	82·9	99	79·5	99	74·2

Dreileitersystem:

Nutzeffect	Individuell	Total	Individuell	Total	Individuell	Tota
des Generators	92	92	92	92	92	92
der Feeder	96	88·2	94	86·5	92	84·6
„ Hauptleiter	99	87·3	99	85·6	99	83·7
„ Nebenleiter	99	86·5	99	84·7	99	82·9

Zugestehend den höchsten Nutzeffect für Wechselstrommaschinen und zugebend, dass dieselben ebenso ökonomisch seien als Gleichstrommaschinen, zugegeben ferner, dass der Transformator bei voller Belastung ebensoviel Nutzeffect habe als bei partieller, alles dies zugegeben, gelangen wir doch zum Ergebniss, dass das Dreileitersystem mit einem Maximalverlust von 20 Procent in den Feedern einen *ebenso hohen* Nutzeffect erreicht, als das Transformatorensystem, und mit einem Maximalverlust von 10 Procent in den Feeders, was ge-

wöhnlich angenommen wird, einen um 4 bis 12 Procent *höheren* Nutzeffect hat als das Wechselstromsystem mit Transformatoren.

Wir kommen nun zu den Anlagekosten zurück. Wenn wir den Preis des Kupfers mit 80 Centimes per Pfund annehmen, finden wir mit Anwendung der Formel

$$S = \frac{T.C.P \times D 2 \times L}{V \times E \times C.H.P \times 1000}$$

für 16 Kerzenlampen à 50 Watts, für Distanzen von 1000, 2000, 3000, 4000, 5000 und 6000 Fuss, bei einem Durchschnittsverlust von 4, 6 und 8 Procent für das Dreileitersystem und 2 Procent für das Wechselstromsystem (1000 Volts) folgende Kostenpreise in Francs und Centimes per 16 Kerzenlampen:

für das Dreileitersystem:

Distanzen in Fuss:	1000	2000	3000	4000	5000	6000
Maximalverlust 4 Proc.	1·3300	5·320	11·970	22·280	33·25	47·880
„ 6 „	0·8075	3·230	7·265	12·920	20·165	29·060
„ 8 „	0·5385	2.150	4·845	8·615	13·45	19·35

für das Wechselstromsystem:

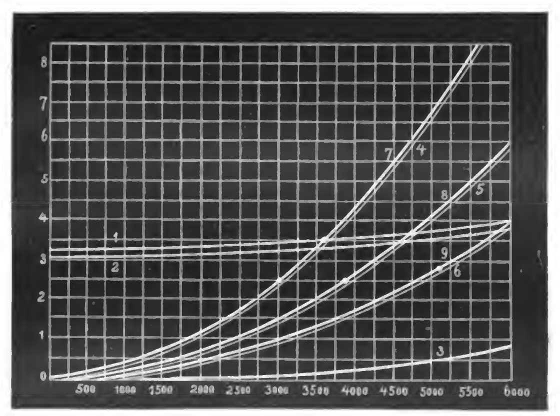
Distanzen in Fuss:	1000	2000	3000	4000	5000	6000
Primärer Stromkreis	0·1065	0·425	0·955	1·700	2·650	3·820
Transformator	15·000	15·000	15·000	15·000	15·000	15·000
Secundärer Stromkreis	1·200	1·200	1·200	1·200	1·200	1·200
Total	16·3065	16·625	17·155	17·900	18·850	20·020

Mr. Ward hat ebenfalls den Preis des Kupfers per 16 Kerzenlampen für Feeders mit einem Verluste von 2 Procent zwischen den Feederanschlüssen berechnet und denselben mit 65 Centimes per Lampe gefunden. Der

Kupferpreis der Nebenleiter in den Häusern für eine mittlere Entfernung von 100 Fuss per Lampe und 2 Procent Verlust ist 32 Centimes.

Für das Wechselstromsystem wird angenommen: Kosten der Transformatoren per Lampe: 15 Francs per Lampe. Die Kupferkosten des secundären Stromkreises

Fig. 67.



(Zweileiter) sind 2 Francs 15 Centimes per Lampe, wenn die mittlere Distanz 100 Fuss beträgt.

In dem vorstehenden Diagramm (Fig. 67) bedeuten:

Curve 1. Kosten von primären Leitern, Transformatoren und secundären Leitern für Wechselstromsystem (Transformatoren 15 Francs per Lampe).

Curve 2. Kosten von primären Leitern und Transformatoren für Wechselstromsystem.

Curve 3. Kosten für primäre Leiter für Wechselstromsystem.

Curve 4. Kosten für Feeders für einen Durchschnittsverlust von 4 Procent.

Curve 5. Kosten für Feeders für einen Durchschnittsverlust von 6 Procent.

Curve 6. Kosten für Feeders für einen Durchschnittsverlust von 8 Procent.

Curve 7. Kosten für Feeders und Hauptleiter für einen Durchschnittsverlust von 4 Procent.

Curve 8. Kosten für Feeders und Hauptleiter für einen Durchschnittsverlust von 6 Procent.

Curve 9. Kosten für Feeders und Hauptleiter für einen Durchschnittsverlust von 8 Procent.

Die dicken Linien gerade über den feinen Linien sind die Totalkosten für das Dreileitersystem.

Wir ersehen, dass wenn wir bei dem Dreileitersystem 92 Procent als Nutzeffect für die Feeders annehmen, was dem höchsten je zugestandenen Nutzeffect für das Transformatoren-Wechselstromsystem gleichkommt, die Kupferkosten per Lampe für beide Systeme erst dann gleich werden, wenn die durchschnittliche Länge der Feeder noch 6000 Fuss betrüge. Sind die Feeder kürzer, dann ist das Dreileitersystem jedenfalls billiger.

Die mittlere Curve bedeutet einen Durchschnitts-Nutzeffect von 94 Procent in den Feeders oder 6 Procent Verlust in den Feeders. Aber selbst mit diesem erhöhten Nutzeffect, welcher eine Mehrausgabe in Kupfer bedeutet, ist das Dreileitersystem bis zu einer Distanz von 4750 Fuss noch immer billiger, als das Wechselstromsystem. Für kürzere Distanzen ist das Dreileitersystem in noch

grösserem Vortheil. Ein Dreileitersystem mit Feederdistanz von 3000 Fuss und 94 Procent Nutzeffect kostet um die Hälfte weniger Kupfer als ein Transformatorensystem für die gleiche Distanz.

Selbst bei einem Nutzeffect von 96 Procent in den Feeders, was einem Verlust von 4 Procent gleichkommt, ist das Dreileitersystem bis zu einer Distanz von 3600 Fuss billiger als das Transformatorensystem.

Es ist daher zu entnehmen, dass man sich bei Distanzen bis zu 3000 Fuss für das Dreileitersystem, darüber hinaus aber für das Transformatorensystem entscheiden müsse.

Betreffs Entwerthung der Leiter wird behauptet, dass dieselbe für die hochgespannten Wechselströme und für die Transformatoren grösser sei als für die Gleichstromleiter.

*
* *

Es wird vielfach die Frage aufgeworfen: Sind in einer Centralstation mehrere getrennte Dampfmotoren vortheilhafter als ein einziger grosser Motor?

Die erste Bedingung einer Centralstation ist, dass sie zu jeder Stunde bei Tag oder bei Nacht Strom abgeben könne. Eine Unterbrechung des continuirlichen Betriebes würde von den ernsthaftesten Folgen für das Unternehmen sein. Durch zahlreiche getrennte Motoren ist eine zeitweilige Unterbrechung ein Ding der Unmöglichkeit, wenn zugleich auch für mehrere getrennte Kesselanlagen vorgesorgt wird. Je grösser die Motoren sind und je mehr Dynamos die letzteren treiben, desto ernsthafter sind die Consequenzen, wenn zufällig ein Lager der gemeinsamen Transmissionsachse oder ein Theil des

Motors selbst sich zu erhitzen beginnt oder gar bricht, oder andere Zufälle die Action des Motors lähmen.

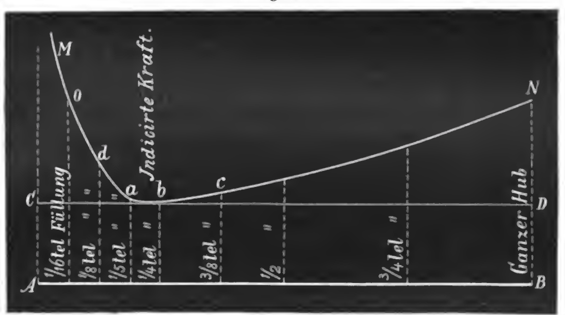
Es ist unnöthig, sich über die Vorzüge getrennter Motoren des Weiteren auszulassen. Was hauptsächlich in Frage kommt, das ist die Oekonomie des Betriebes. Man behauptet, dass die getrennten Motoren viel mehr Brennmaterial erfordern als ein oder zwei grosse Motoren. Nun darf aber nicht vergessen werden, dass die schnellgehenden Motoren von heute, an welche die Dynamos direct angekuppelt sind, schon dadurch eine Kraftersparniss erzielen, dass sie die Kraft den Dynamos direct übermitteln, während bei grossen und langsam gehenden Motoren viel Kraft in der Transmission verloren geht.

Es ist klar, dass eine schnellgehende Maschine mehr Kohle per Pferdekraft und per Stunde verbraucht als eine langsam gehende. Dieser Mehrverbrauch beträgt aber schlimmstenfalls blos 20 Procent, gewöhnlich aber gegen 10 Procent. Es ist ferner klar, dass mehrere kleine Maschinen mehr Dampf verbrauchen werden, als eine einzige grosse. Aber auch dieser Mehrverbrauch wird nie 20 Procent übersteigen. Dennoch aber ist die langsam gehende Maschine nicht ökonomischer als mehrere schnell gehende. Wir können bei gut eingerichteten Installationen langsam gehender Maschinen ebenfalls 20 Procent Kraftverlust annehmen, welcher in der Transmission verloren geht. Sind die Achsen nicht parallel, schlappen die Riemen, hitzen die Lager u s. w., so ist dieser Kraftverlust noch weit grösser. Auch ist der letztere ein constanter Verlust, und es kann bei geringer Belastung der Maschine (von Mitternacht bis zum Morgen) leicht vorkommen, dass dieser Verlust, welcher z. B. 20 Procent

der vollen Belastung beträgt, grösser ist, als die auf die Dynamos wirklich verwendete Kraft.

Wie sehen also, dass das, was bei der langsam gehenden Maschine an Kohle erspart wird, durch die Transmission und andere Ursachen wieder verloren geht. Wir gehen nun zur Frage über: „Was ist der Kostenpreis der wirklich verausgabten mechanischen Kraft von einer Stunde zur anderen, je nach den Schwankungen in der Belastung?"

Fig. 68.



Die Dampfmaschine entwickelt ihren Maximalnutzeffect blos bis zu einer gewissen Grenze ihrer angegebenen Capacität. Unter gewöhnlichen Verhältnissen ist der Minimalverbrauch blos zwischen ein Fünftel und ein Viertel Füllung, d. h. zwischen *a* und *b* (Fig. 68) zu finden, und ist die Kraft beinahe aller Maschinen nach diesem Punkte indicirt. Eine Corlissmaschine würde daher bei einer dieser Füllung entsprechenden Belastung 26 bis 28 Pfund Wasser (Dampf) per indicirter Pferdekraft und per Stunde verbrauchen, welcher Verbrauch durch die

gerade Linie *CD* angezeigt wird. Wird die Maschine überladen, so steigt der Wasserverbrauch per Pferdekraft und per Stunde in der auf der rechten Seite des Diagramms angezeigten Weise.

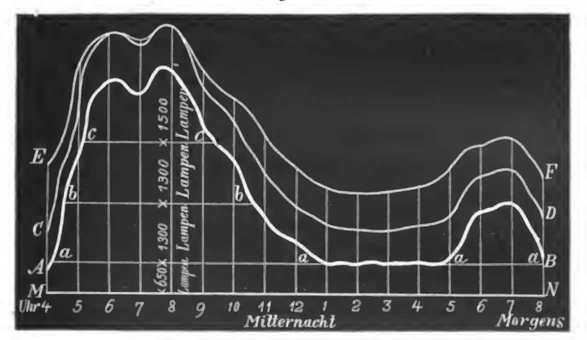
Während nun der Wasserverbrauch per Pferdekraft und per Stunde bei Ueberladung der Maschine zunimmt, nimmt er ebenfalls, und zwar viel rapider für eine zu geringe Belastung zu, und zwar wegen zu grosser Condensation und wegen Verlust durch zu kurze Absperrung. Wenn das obige Diagramm die Wirkung einer Maschine von 400 Pferdekraft bei verschiedenen Fällungsgraden anzeigt, so kann ersehen werden, dass die Maschine ihren grössten ökonomischen Effect blos zwischen *a* und *c* oder von 350 bis 450 Pferdekraft erzielen wird. Eine Ueberladung ist schädlich für den mechanischen Theil und hat deswegen eine gewisse Grenze. Fällt aber die Belastung unter $^1/_5$ Füllung, so nimmt der Dampfverbrauch per Pferdekraft enorm zu, so dass z. B. bei 200 Pferdekraft die Maschine 50 Procent mehr Dampf per Pferdekraft verbraucht, als bei normaler Belastung. Bei 100 Pferdekräften beträgt der Mehrverbrauch schon 100 Procent.

Wir müssen nun zu ergründen suchen, ob der wechselnde Kraftverbrauch in einer elektrischen Centralstation es einer grossen Maschine gestattet, ihren grössten ökonomischen Effect zu entwickeln, und ob dieselbe nicht im Gegentheil die meiste Zeit über entweder zu viel oder zu wenig belastet ist.

Nehmen wir an, eine Centralstation speise 4500 Glühlampen. Das Diagramm Fig. 69 zeigt die Schwankungen im Lichtverbrauch während eines täglichen Betriebes im Winter von 4 Uhr Nachmittags bis 8 Uhr Früh. Die dicke

irreguläre Linie *A B* (Fig. 69) zeigt die Variationen in dem Kraftverbrauch an, wenn mehrere getrennte Motoren nach und nach in Action gesetzt und abgestellt werden, so dass der von dieser Linie und der von der Grundlinie *M N* begrenzte Raum die reine erforderliche Kraft bedeutet. *C D* zeigt den Kraftverbrauch an, wenn blos eine einzige grosse Maschine in Action ist und ist der letztere gleich dem netten Kraftverbrauche, hinzugerechnet

Fig. 69.



das Plus, welches die Transmission, Riemen und andere Verluste erfordern. Der Raum zwischen *A B* und *C D* repräsentirt daher einen netten Verlust.

Aber dies ist noch nicht der volle Verlust. Wir haben am Diagramm Fig. 68 gesehen, dass eine zu geringe Belastung einen Mehrdampfverbrauch per Pferdekraft erfordert, welcher ebenfalls als reiner Verlust zu betrachten ist. Aus einer Vergleichung der beiden Diagramme finden wir die punktirte Linie *E F*, welche den wirklichen Dampfverbrauch für eine grosse Maschine be-

deutet. Der Raum zwischen *A B* und *A F* bedeutet also den totalen Verlust, hervorgerufen durch den Gebrauch einer einzigen grossen Maschine. In der Praxis ist dieser Verlust, wie aus statistischen Daten hervorgeht, 50 Procent. Er wäre nur dort geringer, wo der Lichtverbrauch ein constanter ist, was aber bei Centralstationen ein seltener Fall ist.

Vergegenwärtigen wir uns den Betrieb einer Centralstation mit mehreren getrennten, direct an die Dynamos gekuppelten Motoren. Der schmale Raum zwischen *M N* und *a a* zeigt uns die Action der kleinsten Dynamo von 650 Lampen. Die anderen Räume zwischen *a a*, *b b* und *c c* zeigen die anderen Dynamos jede von 1300 Lampen. Eine 60 Pferdekraftmaschine mit 650 Lampen wird zum Beginn, um 4 Uhr Abends in Action gesetzt und verbleibt bis zum Morgen, bis zum Ende in Betrieb. Nachdem die Belastung dieser Maschine eine constante ist, wird sie auch mit ihrem Maximalnutzeffect arbeiten.

Zehn Minuten nach Inbetriebsetzung dieser Maschine nimmt der Lichtverbrauch rapid zu und es wird also eine 125 Pferdekraftmaschine mit 1300 Lampen angelassen und arbeitet ebenfalls bei constanter Belastung mit Maximalnutzeffect, wie es zwischen *a a* und *b b* angezeigt ist. Die Maschine wird nach Mitternacht abgestellt und am Morgen wieder für kurze Zeit angelassen, sie ist daher blos für eine Stunde unökonomisch arbeitend. Gegen 5 Uhr Abends wird die dritte Maschine angelassen und wird gegen 11 Uhr wieder abgestellt. Die vierte Maschine wird nach 5 Uhr angelassen und um $^1/_2$10 Uhr wieder ausser Betrieb gesetzt. Es ist daher zu entnehmen, dass jede Maschine zumeist mit

ihrem grössten ökonomischen Effect arbeitet und dieserweise alle Verluste durch zu grosse oder zu geringe Belastung, durch schlappe Transmissionsriemen u. s. w. vermieden sind.

Wie man sieht, ist es vortheihaft, mehrere getrennte Motoren, und zwar von verschiedener Capacität anzuwenden, bei welchen dle kleinste Type das Minimum der Belastung repräsentirt. Dieses Minimum ist gewöhnlich ein Sechstel oder ein Achtel des vollen Krafterfordernisses. Für eine 4000 Lampenstation wäre daher als kleinste Type eine 650 Lampendynamo mit angekuppeltem Motor zu wählen.

Der Unterschied zwischen den Anlagekosten für mehrere schnell gehende Maschinen im Vergleich zu einem einzigen grossen Motor ist nicht so gross, als dass er als ein ernstlicher Einwurf gegen die schnellgehenden Motoren benützt werden könnte.

Um eine Kohlenersparniss zu erzielen, wendet man in neuerer Zeit auch verticale Pilonmaschinen mit sogenannter dreifacher Expansion an. Natürlich arbeiten dieselben mit hohem Dampfdruck.

Eine Calorie giebt eine Arbeit von 425 Kilogrammmetern. Die Arbeit des Dampfes, welcher mit einer Temperatur von t_1 in den Cylinder eintritt und mit einer Temperatur von t_0 in den Condensator geschafft wird, wird sein:

$$425 \times \frac{t_1 - t^0}{273 + t^1}$$

$(273 + t_1)$ ist die absolute Temperatur.

Der Nutzeffect der Wärme von t_1 bis t_0 wird demnach sein:

$$\frac{t_1 - t_0}{273 + t_1}$$

Wenn wir nun, anstatt Dampf von t_1 Grad anzuwenden, demselben eine um h_2 höhere Spannung geben und wenn t_0 constant bleibt, wird der Wärmenutzeffect im Verhältnisse von

$$1 : \frac{t_2 - t_0}{t_1 - t_0} \times \frac{273 + t_1}{273 + t_2}$$

zunehmen, und nachdem der gesuchte Coëfficient K gleich ist der Differenz zwischen beiden Nutzeffecten, kann man setzen:

$$K = \frac{t_2 - t_0}{t_1 - t_0} \times \frac{273 \times t_1}{273 \times t_2} - 1$$

$$K = \left(\left[\frac{t_2 - t_0}{t_1 - t_0} \times \frac{273 + t_1}{273 + t_2}\right] - 1\right) \times \alpha$$

$$K = [r - 1] \times \alpha$$

α ist ein Coëfficient, welcher um so grösser wird, je mehr intermittirende Temperaturen t' t'' wir auf dem Wege von t_2 nach t_0 durchschreiten. Je mehr wir die Dampfausdehnung in jedem Cylinder verringern, desto geringer wird die Möglichkeit der Condensation im Innern.

K wird um so grösser sein, je grösser

$$\alpha \times \left[\frac{t_2 - t_0}{t_1 - t^0} \times \frac{273 \times t_1}{273 \times t_2}\right]$$

sein wird.

Hier einige theoretische Werthe von K, wenn wir von 7 absoluten Kilogramm (6 effective Kilogramm) als Vergleichungsziffer ausgehen.

Absolute Pression des Dampfes	Entsprechende Temperaturen Grad	Wärmenutzeffect $\frac{t_1 - t_0}{273 + t_1}$ für $t_0 = 620$	Verhältniss r zwischen den Nutzeffecten	Erzieltes Ersparniss Procent	Werthe von K
7	164	0·233	1·00	—	—
8	170	0·243	1·04	4	0·04
9	173	0·249	1·06	6	0·06
10	179	0·258	1·10	10	0·10
11	183	0·265	1·13	13	0·13
12	187	0·271	1·16	16	0·16
13	190	0·277	1·18	18	0·18
14	194	0·282	1·21	21	0·21
15	197	0·287	1·23	23	0·23
16	200	0·292	1·25	25	0·25
17	203	0·296	1·27	27	0·27
18	206	0·301	1·29	29	0·29
19	209	0·305	1·30	30	0·30
20	212	0·309	1·32	32	0·32

*
* *

Beim Betriebe mit Wechselstrommaschinen in einer Centralstation wende man keine selbsterregenden Maschinen an, sondern besorge die Erregung mittelst Gleichstromdynamos, von welchen jede einzelne im Stande ist, allenfalls die Erregung sämmtlicher vorhandener Wechselstrommaschinen allein zu besorgen. Ob jede einzelne Maschine ihren eigenen Stromkreis haben soll, oder ob dieselben parallel geschaltet und ein einziges Stromnetz geschaffen werden soll, hängt von den localen Umständen ab. Eine allgemein giltige Regel lässt sich hiefür nicht aufstellen. Bei unterirdischer Canalisation wird es das Beste sein, sich für einen einzigen Stromkreis zu entscheiden; bei Luftleitern kann man für jede

Maschine einen eigenen Stromkreis wählen und es so einrichten, dass durch ein System von Umschaltern jeder Stromkreis auf eine beliebige Maschine geschaltet werden kann. Die Ursache hiefür ist, dass bei oberirdischen Leitungen leicht Kurzschluss durch zusammenhängende und gekreuzte Leitungen und durch andere Ursachen entstehen kann und es also von Interesse ist, das Stromnetz aufzutheilen und die allenfalls gemeinsam gefährdeten Maschinen unabhängig voneinander zu machen.

*
* *

Centralstationen mit Accumulatorenbetrieb. Die Idee, anstatt das Transformatoren- oder das Dreileitersystem anzuwenden, die Accumulatoren zu ausgedehnter Nutzleistung heranzuziehen, fusst auf der Thatsache, dass eine Centralstation nur während einer äusserst kurzen Tageszeit zu ihrer vollen Capacität angestrengt wird, während die meiste Zeit über der grösste Theil des Maschinenmaterials brach liegt. Man geht nun von dem Grundsatze aus, ein geringeres Maschinenmaterial anzuwenden, dasselbe aber fortwährend in Action (zum Laden der Accumulatoren) zu haben und dasselbe auf diese Weise zu seinem grössten Nutzeffecte auszunützen.

Es wird zu diesem Behufe eine Centralstation geschaffen, in welcher Gleichstromdynamos von 500 Volts aufgestellt werden. In dem Beleuchtungsrayon werden an bestimmten Plätzen vier Substationen geschaffen, welche mit den Transformatoren verglichen werden können. Jede Substation besteht aus einer Batterie von 52 Accumulatoren beliebiger Capacität. Diese Substationen werden alle auf Spannung geschaltet und von der Centralstation aus mit Strom versorgt. Während fünf Stunden des Tages besorgen Dynamos und Accumulatoren gleich-

zeitig die Lichtabgabe, in der anderen Tageszeit werden die Accumulatoren geladen.

R. E. Crompton stellt einen Vergleich an zwischen den Herstellungskosten einer solchen Accumulatorenstation mit jenen einer Transformatorenstation, beide für eine Capacität von 600.000 Watts (10.000 Lampen à 60 Watts) eingerichtet und nimmt für die Transformatoren eine primäre Spannung von 2000 Volts, umgewandelt in einen secundären Strom von 60 Volts, für das Accumulatorensystem einen Ladungsstrom von 440 Volts und einen Entladungsstrom von 110 Volts an.

Seine Berechnungen ergeben folgendes Resultat:

Transformatoren-Wechselstromsystem:

	Pf. St.
Stationsgebäude, Rauchfang, Reservoire u. s. w.	11.000
Dynamos für 865.000 Watts	5.540
Motoren und Transmission	12.470
500 Transformatoren	7.500
Hauptleitung	6.160
Nebenleitungen	14.270
Regulirungsapparate	500
	57.440

Accumulatorensystem:

	Pf. St.
Stationsgebäude, Rauchfang, Reservoire u. s. w.	8.000
Dynamos für 600.000 Watts	4.800
Motoren und Transmissionen	8.600
Vier Gruppen Accumulatoren	9.600
Hauptleitung	6.137
Nebenleitungen	20.125
Regulirungsapparate	2 500
	59.762

Für das Accumulatorensystem werden von den Dynamos 400.000 Watts Leistungsfähigkeit verlangt. Die Accumulatoren müssen 200.000 Watts so lange leisten können, so lange der Lichtbedarf der Consumenten während gewisser Abendstunden 400.000 Watts übersteigt. Die Accumulatoren müssen ferner fähig sein, während einer der Hauptstation etwa zustossenden Unterbrechung die ganzen 600.000 Watts zu leisten, was freilich nur einige Minuten dauern darf. Bei längeren Unterbrechungen werden Hilfsmaschinen und -Leiter in Action gesetzt.

Crompton bemüht sich ferner nachzuweisen, dass die Unterhaltungskosten einer Accumulatorenstation geringer seien als jene einer Transformatorenstation. Seinen Berechnungen kann aber eine ernsthafte Bedeutung nicht zugemessen werden. Das Factum allein, dass bei einer solchen Beanspruchung, wie es eine Centralstation erfordert, die positiven Accumulatorenplatten mindestens alle zwei Jahre ausgewechselt werden müssen, genügt, um das Unökonomische einer solchen Station nachzuweisen. Ueber die Unterhaltungskosten der Substationen, über alle die grossen Misèren der Unterhaltung einer grossen auf vier Enden vertheilten Accumulatorenbatterie schweigt Crompton gänzlich.

Um 10.000 Lampen zu unterhalten, genügen nicht vier, sondern kaum zehn Substationen. Jede Substation braucht einen constanten Wärter. Ferner muss für jedes hierzu dienende Local auch Miethe bezahlt werden. Jede Substation braucht ferner einen Regulirungsapparat u. s. w.

Unsere Meinung über die Accumulatoren ist eine auf Praxis gebaute, und Verfasser scheut sich nicht, es

auszusprechen, dass die Accumulatoren bis heute noch nur dort eine Existenzberechtigung haben, wo sie als Sicherheit dienen sollen, wie z. B. in Theatern oder aber in kleinen Installationen, oder dort, wo die motorische Kraft entweder sehr billig ist, oder aber, wo sie zu einer Luxusbeleuchtung verwendet werden sollen. An eine industrielle Ausbeutung der Accumulatoren aber glauben wir heute noch nicht und können wir nicht glauben, so lange dieselben nichts weiter bedeuten als einen elektrochemischen Process mit seinen Inconvenienzen, Verlusten, Materialentwerthung und seinen enormen Unterhaltungskosten. Für geringe Arbeit mag der heutige Accumulator vortheilhaft sein, schwerlich aber wird er es sein für fortwährende Anstrengung. Wir glauben an den Accumulator bei einer kurzen constanten Stromabgabe und bei einer sorgfältigen minutiösen Ueberwachung. Diese letztere aber ist kostspielig und zeitraubend. Man mag Accumulatoren bauen, von welchen wir sogar glauben wollen, dass sie sich nur wenig abnützen — ökonomischer und billiger aber als Dynamos und Transformatoren sind sie für Centralstationen bis jetzt noch nicht geworden.

Ausserdem wird ja der Hauptgrund, auf welchen das Accumulatorensystem aufgebaut ist, bald gänzlich entfallen. Die Centralstationen werden tagsüber ihr brachliegendes Material zur Abgabe von motorischer Kraft verwerthen und es wird ihnen auf diese Weise gestattet sein, aus ihrer Einrichtung den höchsten ökonomischen Nutzeffect zu ziehen. Und dies wird wahrscheinlich eher statthaben, bevor noch eine Accumulatorenstation zu befriedigenden Resultaten gelangt sein wird.

* * *

Noch einige Bemerkungen über die Frage: Soll man in einer Centralstation Luftleiter oder unterirdische Leiter wählen?

Wenn wir die ökonomischen Rücksichten beiseite lassen, müssen wir uns unbedingt für die unterirdischen Leiter entscheiden, welche zwar schwer zu isoliren sind und ziemlich hoch zu stehen kommen, aber geschützt vor äusseren Einflüssen sind. Die Unterhaltung einer Luftlinie kostet oft mehr als ein Untergrundkabel.

Schwer ist es, eine unterirdische Linie, welche Ströme hoher Spannung zu leiten hat, zu isoliren. Bei solchen Kabeln muss nicht nur auf die Dichte der Isolirung, sondern auch auf deren Elasticität, auf deren Haltbarkeit in trockener und feuchter Luft gesehen werden. Bei Strömen hoher Spannung ist der geringste Stromverlust durch schlechte Isolirung ein sehr fühlbarer. Ein halbes Ampère Verlust macht bei 1500 Volts schon eine Pferdekraft aus. Es kann daher die Isolirung nie zu gut sein.

Wo eine Luftlinie mit einer unterirdischen Linie in Verbindung ist, muss für Ableitung der eventuell bei Gewittern sich entwickelten statischen Ladungen vorgesorgt werden, um das Durchschlagen der Isolation durch Entladungen zu verhüten. Bei hochgespannten Strömen spare man nicht mit Blitzableitern, sowohl für die Hauptlinie, als auch für jede grössere Abzweigung.

Man bewahre sich davor, im Innern der Häuser die Leiter einzumauern oder so anzubringen, dass sie schwer zugänglich sind.

Mit Blei umpresste Kabel wende man nur selten an. Vorzuziehen ist es, die Drähte mit trockenem

Material, als Holzkork oder Glasperlen, zu isoliren und das Ganze in ein Bleirohr zu stecken.

Wenn mehrere Kabel nebeneinander in Rinnen oder Röhren untergebracht werden, ist denselben viel Raum zu lassen, und sind dieselben voneinander zu isoliren, damit nicht bei Ausdehnung der Kabel durch die Wärme eine Reibung und Gefährdung der Isolation zwischen den einzelnen Kabeln stattfinde.

Eisenröhren, in welchen die Kabel untergebracht werden, halten lange Zeit. Gegossene Rohre sind nur in kurzen Längen zu haben und sind also viel Verbindungsstücke nothwendig. Schmiedeiserne Rohre sind praktischer. Nachdem der Durchmesser des einzuführenden Kabels bedeutend geringer ist als jener des Rohres, entsteht zwischen beiden ein leerer Raum, in welchem sich die Feuchtigkeit gerne ansetzt. Behufs grösserer Haltbarkeit müssen die Rohre mit Asphalt oder anderer Substanz bestrichen werden.

Bleirohre sind zu wenig widerstandsfähig gegen äussere Eindrücke, widerstehen aber besser den chemischen Einflüssen des Grundes, in welchen sie gelegt sind. Um dieselben beim Aufgraben vor Beschädigungen durch Piken und Schaufeln zu schützen, müssen sie ausserdem noch in einen Holzcanal eingelegt werden.

Es ist wohl wünschenswerth, für die Kabel besondere Canäle mit Einsteiglöchern zu schaffen. Der hohe Preis einer solchen Anlage dürfte eine solche Anordnung in den meisten Fällen unausführbar gestalten.

Aber selbst bei Luftleitern ist für gute Isolation zu sorgen, wenn dieselben in Städten auf den Dächern der Häuser angebracht werden, und besonders wenn dieselben Ströme hoher Spannung führen und von anderen

Linien gekreuzt werden. Dort, wo der Leiter einfach auf Pfosten geführt wird, ist ein isolirter Leiter natürlich nicht nothwendig.

* * *

Im Nachfolgenden geben wir das Beispiel einer:

Centralstation mit Transformatoren Zipernowsky-Déri-Bláthy für 6000 Lampen.

Drei Wechselstrommaschinen, jede zu 2000 Lampen.

Drei Handrheostaten für dieselben, auch für gemeinschaftliche Action eingerichtet.

Drei Ampèremeter für dieselben.

Drei doppelpolige Umschalter, um die Wechselstrommaschinen auf einen gemeinsamen Stromkreis zu schalten.

Drei Erregerdynamos mit Gleichstrom.

Drei Handrheostaten für dieselben, eingerichtet für individuelle und gemeinschaftliche Action.

Drei Ampèremeter für dieselben.

Drei doppelpolige Umschalter, um den Hauptstrom der Erregerdynamos entweder auf einen gewöhnlichen gemeinschaftlichen oder aber auf einen besonderen automatisch regulirten Stromkreis zu schalten.

Ein gewöhnlicher Dosenvoltmeter zur Controlirung des Erregerstromkreises.

Ein doppelpoliger Umschalter, um den Voltmeter entweder auf den gewöhnlichen für alle Erregerdynamos gemeinschaftlichen, oder aber auf den besonderen, von einem automatischen Regulator bethätigten Stromkreis zu schalten. *)

---

*) Die Erregerdynamos entsenden ihren Strom in einen gemeinsamen Stromkreis, welchen wir den „gewöhnlichen" nennen

Ein doppelpoliger Umschalter, um den gewöhnlichen Erregerstromkreis mit dem Stromkreis des automatischen Regulators auf Quantität zu schalten. Dieser Umschalter ist verbunden mit zwei Sicherheitsvorrichtungen.

Ein automatischer Regulator mit individuellem Widerstand.

Ein Widerstand, zur automatischen Einschaltung in den Erregerstrom bestimmt.

Eine Signalvorrichtung zum Anzeigen der Variationen im Erregerstromkreise.

Eine Lampenbatterie, eingetheilt in zwanzig Abstufungen, zur Betriebsetzung der Wechselstrommaschine. *)

---

wollen und von welchem die „Shunts" der Erregerdynamos abgezweigt werden können. Die Abzweigungen des Erregerstromes für die Wechselstrommaschine gehen nur alleinig von dem automatisch regulirten Stromkreis aus. Sobald mit Hilfe des jeder Erregerdynamo individuell beigegebenen Rheostaten die Shuntdynamos alle auf gleiche Potentialdifferenz gebracht sind, werden die „Shunts" der Erregerdynamos auf einen anderen gemeinsamen Stromkreis hinüber geschaltet, welch letzterer durch einen automatischen Regulator geregelt wird. Der automatische Regulator wird in Gang erhalten durch ein Solenoïd, dessen Inductionsrolle von dem Hauptstrom beeinflusst wird.

*) Die primäre Leitung, auf welche die Wechselstrommaschinen (2000 Volts) parallel geschaltet sind, kann nach Belieben mit einem zweiten primären Stromkreis in Verbindung gesetzt werden, auf welchem sich eine Lampenbatterie zum Anlassen der Wechselstrommaschinen befindet. Wenn eine Maschine angelassen werden soll, schaltet man sie auf die Lampenbatterie hinüber, vergleicht ihre Potentialdifferenz mit jener der anderen bereits im Betriebe befindlichen Maschinen, versichert sich durch einen Phasenindicator, ob sie in den gemeinschaftlichen Stromkreis eingeschaltet werden kann und schaltet, sobald dies geschehen ist, die Lampenbatterie stufenweise aus.

Ein doppelpoliger Umschalter, um den Stromkreis der Lampenbatterie mit dem gemeinschaftlichen Stromkreis der auf Quantität geschalteten Wechselstrommaschinen parallel zu schalten.

Ein doppelpoliger Umschalter, um einen Phasenindicator auf beide Stromkreise zu schalten.

Ein Doppelumschalter für beide Stromkreise, zu einem Reductor und Ausgleicher mit Voltmeter führend.

Ein Voltmeter mit Reductor und Ausgleicher zur Controlirung der primären Leitung (2000 Volts).

Ein Phasenindicator.

Ein Ampèremeter zur Controlirung des die Station verlassenden primären Stromes.

Ein Transformator als Ausgleicher dienend, ein ebensolcher als Reductor verbunden mit einem individuellen Widerstand, beide zusammengeschaltet zur Induction eines secundären Stromes, welcher den automatischen Regulator des Erregerstromkreises bedient.

Eine ebensolche Anordnung, um die Station zu beleuchten und die Potentialdifferenz in dem secundären, von der Station entfernten Stromkreis zu controliren.

Ein Voltmeter für den vom Reductor ausgehenden Stromkreis des automatischen Regulators.

Blitzschutzvorrichtungen für die primäre Leitung.

Kleinere Centralstation mit Kraftübertragung.

Acht Kilometer von einer kleineren Stadt befindet sich eine Wasserkraft, dargestellt durch einen Fluss. Man wünscht diese Kraft zur Beleuchtung der Stadt zu verwenden und ausserdem noch 50 Pferdekräfte für die Gewerbetreibenden in motorische Kraft umzuwandeln.

Da der Fluss nicht genug Wasser liefert, um die Turbinen direct zu betreiben, wird ein grosses Reservoir geschaffen, in welchem das Wasser aufgefangen wird.

Zur Beleuchtung der Stadt (öffentliche Beleuchtung und Private) sollen etwa 2000 Glühlampen verwendet werden.

Das Reservoir ist nicht gemauert, da der Boden wasserdicht ist. Blos die Ablässe und Schleusenthore werden mit Mauerwerk versehen.

Vom Reservoir aus zieht eine Rohrleitung aus Gusseisen nach der Centralstation, welche sich, wie erwähnt, 8 Kilometer von der Stadt entfernt befindet. In der Station werden drei Turbinen aufgestellt, von welchen eine fortwährend im Betriebe ist, während die anderen zwei blos zu Beginn der Beleuchtung in Betrieb gesetzt werden.

Der Kostenvoranschlag würde Folgendes umfassen:

a) In der Station:

Zwei Wechselstrommaschinen zu 2000 Volts, 42 Ampères (parallel geschaltet).

Zwei Gleichstrommaschinen 110 Volts, 20 Ampères, zur Erregung der Wechselstrommaschinen.

Ein Handregulator mit Widerständen für die Wechselstrommaschinen.

Zwei Voltmeter für Wechselströme.

Ein Voltmeter für Gleichstrom (für die Erregung).

Drei Ampèremeter für Wechselströme (für die Maschinen).

Zwei Ampèremeter für Gleichstrom (in den Erregerstrom eingeschaltet).

Eine Versuchstafel mit 1000 Lampen zum Anlassen der Wechselstrommaschinen.

Ein Phasenindicator.

Ein Reductor für den Strom der Messinstrumente.

Ein Reductor für die Beleuchtung der Station, mit Egalisateur, Widerständen und Bleisicherungen.

Ein Regulateur mit Egalisateur für den automatischen Regulator.

Ein automatischer Regulator mit Widerstand für den Erregerstrom.

26 Doppelumschalter auf Porzellan.

Sechs Haupt-Bleisicherungen (je zwei für eine Dynamo).

Zwei Blitzschutzvorrichtungen.

Ein Stromvertheilungs-Tableau mit zugehörigen Drähten, Kabeln u. s. w.

Einrichtung von 20 Glühlampen zur Beleuchtung der Station.

1000 Glühlampen für die Versuchstafel.

Fundirungen, Holzrahmen für die Dynamos.

Riemenspanner.

Montage.

b) Luftleiter für die Lichtanlage von der Station bis zur Stadt:

Kupferkabel, nackt, 125 mm^2 Querschnitt.

Pfosten.

Isolatoren.

Zugehör.

Montage.

c) Canalisation im Innern der Stadt für die Transformatoren:

Kupferkabel und Drähte, nackt und isolirt.

Pfosten.

Isolatoren und Hälter.

Luftbleisicherungen.

Montage.

d) Transformatoren:

16 Transformatoren, jeder zu 7500 Watts.

Montage.

e) Canalisirung (Ströme niederer Spannung, von den Transformatoren kommend) für Licht.

f) Kraftübertragung (50 Pferdekräfte auf eine Distanz von 8 Kilometer):

Station der Generatoren:

Zwei Seriedynamos (Gleichstrom), jede von 1250 Volts, 15 bis 18 Ampères, 700 Umdrehungen in der Minute (parallel geschaltet).

Zwei Voltmeter mit Reductoren.

Zwei Handregulatoren mit Widerständen.

Ein Stromvertheilungstableau mit Ausschaltern auf Porzellan.

Kabel, Drähte etc.

Ein completer Telephonposten.

Leitung von einer Station zur anderen:

$2 \times 8 = 16$ *km* Kabel von 50 *mm* Querschnitt. Ungefährer Widerstand der Leitung 5·4 Ohms. Intensität des Stromes in dem Leiter: Ungefähr 30 bis 35 Ampères.

160 Pfosten zur Aufhängung der Kabel, 9 *m* hoch, injectirt und an den Enden verkohlt.

230 Isolatoren, Porzellan, grosses Modell.

160 " " kleines Modell für eine Telephonlinie.

8 Kilometer Eisendraht für Telephon.

Verbindungsstücke und deren Verlöthung. Drähte zum Festbinden der Kabel an den Isolatoren.

160 Gruben für die Pfosten. Auffüllung des Bodens der Gruben mit Steinen. Zuwerfen. Feststampfen.

8 Blitzableiter (1 per Kilometer).

Station der Stromempfänger:

Zwei Dynamos 1100 Volts, 15 bis 18 Ampères, 700 Umdrehungen.

Zwei Voltmeter mit Reductoren.

Zwei Ampèremeter mit Reductoren.

Zwei Handregulatoren mit Widerständen.

Ein Stromvertheilungstableau etc. etc.

Ein Telephonposten (Empfänger).

Die Dynamos können auch auf Spannung geschaltet werden. Diese Massregel würde erlauben, den Querschnitt der Kabel auf die Hälfte, d. h. auf 25 mm_2 herabzusetzen. In diesem Falle wäre eine Reservedynamo für die Generatoren und eine andere für die Empfängerstationen vorzusehen.

Als Nutzeffect der Installation ist ungefähr 70 bis 75 Procent der aufgewendeten Energie vorzusehen, wenn die Maschinen auf Spannung geschaltet sind. Im Falle der Schaltung auf Quantität sehe man 65 bis 70 Procent vor.

Herstellung der motorischen Kraft.

Ein Reservoir von $70 \times 50\,m \times 3\,m$ mit Mauerwerk für die Wasserablässe und für die Schleusen.

Rohrleitung aus Gusseisen für drei Turbinen mit Sicherheitsventilen.

Schleusenthore aus Gusseisen für den Wasserzufluss und -Abfluss.

Drei Schleusen, um jede Turbine von der anderen zu isoliren.

Drei Turbinen, jede zu 200 Pferdekräften. Das Laufrad und der Kranz aus Bronze.

Transmissionsachse, Kamm- und Zahnräder u. s. w., complete Transmission.

Maschinenhaus und Wohnungen für den Director und für die Arbeiter.

Reservemaschinen.

Eine Wechselstrommaschine mit allem Zugehör-Messinstrumenten, Bleisicherungen, Umschaltern.

Eine Erreger-Gleichstrommaschine.

Eine Gleichstrommaschine hoher Spannung für die Kraftübertragung.

Eine Turbine mit Schleuse und Transmission.

Der elektrische Theil der Station zerfällt in zwei streng gesonderte Theile, nämlich in:

1. Anlage für elektrisches Licht.
2. Anlage für Kraftübertragung.

Die Lichtanlage besteht aus den Wechselstrommaschinen mit ihren Erregern. Der von ihnen ausgehende Strom wird auf nacktem Kupferkabel nach der Stadt geleitet. Die Pfosten sind 12*m* hoch und sind etwa 50*m* voneinander entfernt.

Auf denselben Pfosten befinden sich auch die Kabel für die elektrische Kraftübertragung. Der hierzu nöthige Strom wird aus zwei auf Quantität oder auf Spannung geschalteten Gleichstromdynamos genommen, deren individuelle Potentialdifferenz 1250 Volts beträgt.

In der Stadt vertheilt sich der Wechselstrom auf 16 Transformatoren, welche auf verschiedenen Plätzen angeordnet, parallel geschaltet sind. Von diesen Trans-

formatoren, welche gewissermassen Beleuchtungscentren bilden, strahlen die Leitungen für die Glühlichter aus.

Der Gleichstrom hoher Spannung durchzieht auf getrennten Wegen die Stadt. Man schaltet sämmtliche Motoren auf Spannung, was bei der geringen Menge der übertragenen Kraft wohl möglich ist. Die Unterschiede der Potentialdifferenzen in der Hauptleitung, welche durch die Variationen im Kraftverbrauche entstehen können, werden in der Station durch einen automatischen Regulator geregelt. Ausserdem regelt jeder Client individuell seinen Kraftverbrauch.

Nachdem sowohl die Elektricitätsmesser als auch die Motoren von den Clienten beschafft werden müssen, sind sie in den Voranschlag nur dann aufzunehmen, wenn die Lichtunternehmung sich dazu verstünde, diese Apparate gegen eine jährliche Gebühr zu vermiethen.

Einzelninstallationen.

Theater.

Stromkreise.

Die Beleuchtung eines Theaters zerfällt annähernd in folgende Stromkreise:

Grosser Luster: Ein Stromkreis, gespeist von den Dynamos 1

Ein anderer Stromkreis, gespeist von den Accumulatoren 1

Bühne: Ein Hauptstromkreis, kommend von den Dynamos und zum Regulirungsapparate der Beleuchtungseffecte gehend 1

Uebertrag . . .	3
Tagesbeleuchtung der Bühne: Proben und Manöver der Maschinisten	1
Entrées, Stiegen und Corridore: Einer von den Dynamos	1
Einer von den Accumulatoren	1
Garderoben der Künstler	1
Administration	1
Zuschauerraum (für Girandoles u. s. w.) . . .	1
Vestibule	1
Foyers	1
	11

Stromvertheilungstableau.

Dasselbe besteht aus ebensoviel Hauptausschaltern, als es Dynamos giebt. Die Hauptkabel der Dynamos werden entweder auf gemeinsamen Barren vereinigt, so dass sich die Dynamos sämmtlich parallel geschaltet befinden, oder aber man lässt sie getrennt in zwei Gruppen arbeiten und richtet es so ein, dass jeder Stromkreis von einer beliebigen Gruppe abgezweigt werden kann.

Accumulatoren.

Dieselben haben die Aufgabe:

1. Die Beleuchtung des Theaters während der Nacht, nach Schluss der Vorstellung zu besorgen (Sicherheitsdienst).

2. Die Sicherheitslampen, welche während der Vorstellung in den Corridors und auf der Bühne functioniren, mit Strom zu versorgen.

3. An der Beleuchtung des Zuschauerraumes und der Bühne theilzunehmen, um allenfallsige Unfälle am grossen Luster, an der Rampe u. s. w. zu paralysiren.

Bühnenbeleuchtung.

Das Hauptkabel für den Abenddienst der Bühne zerfällt in folgende Unterabtheilungen:

Oberlichter. Ebenso viel doppelte Stromkreise als es Oberlichter giebt. Die Anzahl der Lampen an den Oberlichtern variirt je nach der Breite der Bühne. Die doppelten Stromkreise werden entweder so angeordnet, dass die Hälfte der Lampen auf den rechtsliegenden, die andere Hälfte auf den linksliegenden fällt, oder aber die Lampen werden verschränkt, so dass Lampe 1, 3, 5, 7, 9, 11 u. s. w. auf einen Stromkreis, Lampe 2, 4, 6, 8, 10, 12 u. s. w. auf den anderen fällt.

Coulissenlichter. Zwei Stromkreise, einer für die Coulissen rechts, ein anderer für links.

Rampe. Doppelter Stromkreis, angeordnet wie oben.

Farbeneffecte.

Dieselben werden entweder durch einen mit farbiger Gelatine bekleideten Tambour bewerkstelligt, welcher sich um die Lampen dreht, oder aber es werden auf Rampe, Oberlichter und Coulissenlichter drei getrennte Stromkreise, einer für weisse, ein anderer für rothe und ein dritter für grüne und blaue Lampen geschaffen.

Regulirungsvorrichtung für den grossen Luster und Girandoles.

Derselbe besteht aus einem durch Gall'sche Kette bethätigten Handregulator, welcher zumeist aus Metallgeweben bestehende Widerstände einschaltet.

Regulirungsvorrichtung für die Bühne.

Dieselbe besteht aus ebenso viel Handregulatoren mit Widerständen, als es Oberlichter und Coulissen-

Hierfolgend ein Beispiel eines Formulars, wie solches zur Controlirung des Querschnitts der Leiter der Sicherheitsbehörde eingereicht werden muss:

Bezeichnung der getrennten Leitungen	Querschnitt der Kabel mm^2	Länge der Leitungen	Anzahl der Lampen		Ampères	Anmerkungen
			10 Kerzen	16 Kerzen		
A Administration . . .	30	40	90	20	65	Alle Lampen sind nie zu gleicher Zeit in Function.
B Garderobe der Künstler	25	45	102	10	57	
C Gänge	50	60	163	13	90	
D Luster	150	115	300	—	150	
E Foyer	40	105	80	—	40	
F Vestibule	35	75	40	4	71	Vier Bogenlampen zwei zu zwei hintereinandergeschaltet.
G Bühne	200	46	—	—	330	Zwei Kabel zu je 100 *mm*² Querschnitt.
H Projectionen	20	40	—	—	42	
Leitungen, abgezweigt von *G*:						
I Oberlichter (Sofitten)	18	30	—	42	32	
J Coulissenlichter . . .	25	25	—	60	45	
K Rampe	25	16	—	70	42	

lichter giebt. Die Rampe wird ebenfalls ähnlich regulirt. Die Regulatoren für rechts haben eine gemeinsame Achse, ebenso jene für links, welche es erlaubt, gemeinsame Effecte zu machen. Schliesslich können die Regulirungsapparate insgesammt auf einmal bewegt werden, wenn Dämmerung oder Nacht gemacht werden soll. Ausserdem giebt es noch einen Blitzapparat.

Für die in einem Theater zur Verwendung kommenden Lampentypen lassen sich keine bestimmten Normen aufstellen. Zumeist werden Zehnkerzenlampen für den grossen Luster, die Gänge, Foyer u. s. w. verwendet, während die Bühnenbeleuchtung mit 10, 16 oder 20 Kerzen geschieht.

	Glühlampen zu				Jabloch-koff'sche Kerzen	Bogen-lampen
	8	10	16	20		
	Kerzen					
I			650			
II	40	100	50	2		1
III		152	88			
IV		928	72			4
V		116	1050			
VI		56		360		2
VII		150		150		
VIII	20	342		125		1
IX		959				
X		293	196			2
XI		296	130			2
XII		474				
XIII		306	287			
XIV		133		1056	7	3
XV	60	20		450		

Seite 166 ein Beispiel der Variationen in fünfzehn verschiedenen Theatern, aus welchen hervorgeht, dass die gebräuchlichste Type die Zehnkerzenlampe ist.

Seebeleuchtung. — Personendampfer.

Gewöhnlich verlangt man für grosse Personendampfer drei vollständig getrennte Gruppen von Maschinen, wobei je ein Motor eine Dynamo direct ohne Riemenübersetzung betreibt. Eine Gruppe kann zu jeder Zeit den Dienst einer anderen übernehmen, ebenso können alle drei zu gleicher Zeit zusammen arbeiten.

Die Leitungen werden in getrennte Stromkreise eingetheilt, von welchen jeder nach Belieben ein- oder ausgeschaltet werden kann. Ebenso kann auch jede einzelne Lampe nach Belieben gelöscht oder in Gebrauch gesetzt werden.

Die Motoren sollen langsam gehen, ungefähr 200 Touren in der Minute, ihr Gang soll ein geräuschloser sein. Der Dampfverbrauch soll per Pferdekraft und Stunde nicht 14 Kilogramm übersteigen.

Die Dynamos sind für Gleichstrom.

Die Zahl der Stromkreise ist acht.

1. Zwei Stromkreise für das Unterdeck, den Gepäcksraum, die Kohlenmagazine u. s. w., welche bei Tag und Nacht ununterbrochen functioniren müssen.

2. Drei Stromkreise für jene Lampen, welche zu jeder Zeit, selbst während das Schiff vor Anker liegt, in Betrieb gesetzt werden können, als da sind: Cabinen der Officiere, Passagiere, Mannschaft, Maschinenräume, Proviantmagazine, Küchen, Salons u. s. w.

3. Ein Stromkreis für das Oberdeck.

4. Ein Stromkreis für das Zwischendeck.

Es ist der Versuch gemacht worden, den Kiel des Schiffes als Pol für den Retourstrom zu benützen, was wohl eine Ersparung an Drähten herbeiführt, aber auch viele Unzukömmlichkeiten mit sich bringt. In einem ähnlichen Falle muss die Isolirung der positiven Kabel eine ausgezeichnete sein und soll die Installation häufig revidirt werden.

Eine Vergleichung der Kosten an Kabel und Draht nach beiden Systemen ergibt für einen grossen transoceanischen Dampfer ungefähr Folgendes:

	Retourstrom durch den Kiel		Retourstrom durch isolirte Kabel	
	Meter	Kupfer-Gewicht in *kg*	Meter	Kupfer-Gewicht in *kg*
Kabel von 20 mm^2 . . .	—	—	375	68
„ „ 15 mm^2 . . .	80	11	350	28
Draht von $^{34}/_{10}$ Durchmesser	280	29	550	55
„ „ $^{27}/_{10}$ „	280	19	130	9
„ „ $^{22}/_{10}$ „	70	3	250	10
„ „ $^{16}/_{10}$ „	650	25	1000	34
„ „ $^{12}/_{10}$ „	1600	38	2500	60
„ „ $^{9}/_{10}$ „	1200	20	1500	25
		145		289

Ein grosses Paquetboot erfordert ungefähr 250 Glühlampen à 10 und 50 Lampen à 16 Kerzen.

Man wird ungefähr zwei Lampen auf eine Sicherheitsvorrichtung rechnen und daher deren etwa 120 bis 130 versehen.

An Ausschaltern rechne man ungefähr 200.

Die Dynamos sollen ein sehr geringes Gewicht haben und wenig Platz einnehmen. Murdock hat in Amerika bei Vergleichung verschiedenerTypen Folgendes gefunden:

Type	Tourenzahl	Watts im äusseren Stromkreise	Watts per *kg*	Watts per cm^2
Siemens & Halske . . .	400	20.000	22·5	—
Crompton $^{60}/_{110}$ *T* . . .	675	66.000	21·6	404·5
Victoria *H* 3	350	36.000	21·4	—
Brush *H* 3	850	66.000	20·7	369·0
Brush *F* 5	1100	19.000	18·7	240·2
Gant	670	50.400	20·3	318·1
Hochhausen Nr. 8 . . .	1000	35.200	19·4	235·5
Gramme *H* 2 *d* 225 . .	450	23.600	18·3	—
Westinghouse Nr. 18 . .	900	30.000	17·9	91·1
Siemens und Halske . .	350	16.000	17·9	—
Hochhausen Nr. 6 . . .	1200	17.600	17·6	208·8
Mather für 500 Lampen .	1050	35.250	16·3	135·5
„ „ 400 „ .	1300	28.100	15·4	114·6
Edison Nr. 12	1200	30.000	15·2	120·9
„ „ 8	1400	20.000	15·2	94·2
Manchester Nr. 6 *A* . .	550	25.000	14·9	—
Victoria *D* 2 *S*	600	8.400	14·8	—
Crompton $^{40}/_{110}$ *J* . . .	460	45.100	14·8	318·7
Weston 7 *W I*	1100	20.125	14·3	84·8
Goolden-Trotter	675	16.000	13·7	—
Thomson-Houston *E I* .	1250	13.200	12·8	128·7
American Light System .	875	21.600	12·6	—
Elwell-Parker	450	50.000	12·3	—
Thomson-Houston *C I* .	1500	6.000	12·3	92·6

Leuchtthürme.

Der Zweck der Leuchtthürme ist keineswegs jener, die Küsten zu beleuchten, sondern sie sollen ein Licht ausstrahlen, das auf die grösstmöglichste Distanz gesehen werden kann. Die Distanz hängt ab von der Höhe des Lichtes über den Horizont, von seiner Leuchtkraft und

von der Durchsichtigkeit der Luftschichten. Das Gesetz von der Abnahme des Lichtes in umgekehrtem Verhältnisse zum Quadrat der Entfernung ist genau wahr für kurze Distanzen. Bei grossen Längen aber wird das Licht theilweise absorbirt und die Abnahme ist viel rapider. Diese Absorption variirt mit der Beschaffenheit der Atmosphäre, welche durch den „Coëfficienten der Durchsichtigkeit" ausgedrückt wird. Ein Licht, das 100 Carcels auf 1 *km* ausstrahlt, würde nach dem obenerwähnten Gesetze nur mehr 25 Carcels auf 2 *km*, und 11·1 Carcels auf 3 *km* u. s. f. ausstrahlen. Wenn aber der Coëfficient der Durchsichtigkeit 0·7 ist, das heisst, wenn jeder Kilometer $^3/_{10}$ des Lichtes absorbirt, so hat man für den ersten Kilometer nur mehr 100 $\times$ 0·7 oder 70 Carcels, für den zweiten 25 $\times$ 0·49 oder 12·25 Carcels, für den dritten 11·1 $\times$ 0·343 oder 3·8 Carcels.

Man unterscheidet drei Grade von Durchsichtigkeit der Atmosphäre: Heiteres Wetter, gewöhnliches Wetter und trübes Wetter. Bei ersterem bleibt die Lichteinheit auf 8600 *m* sichtbar und der Durchsichtigkeitscoëfficient ist für 1 *km*: 0·966. Für gewöhnliches Wetter ist die Tragweite des Lichtes 7000 *m* und der Coëfficient 0·903; für trübes Wetter ist die Tragweite 4·900 *m* und der Coëfficient 0·747. Die Nebel absorbiren die violetten und blauen Strahlen des Spectrums und lassen viel leichter die rothen und gelben Strahlen durch. Dies ist die Ursache, dass das elektrische Bogenlicht durch die Nebel mehr geschwächt wird, als das Oel- oder Glühlicht, in welchem Roth oder Gelb vorherrschend sind.

Die optische Tragweite wird ausgedrückt durch die Formel $IT^x = SX^2$, in welchem S das Sehvermögen, I die Lichtintensität und T den Coëfficient der Durch-

sichtigkeit bedeutet. Die Tragweite nimmt keineswegs proportionell mit der Verstärkung der Lichtintensität zu; auch ist der durch trübes Wetter hervorgerufene Lichtverlust um so grösser, je stärker die Intensität der Lichtquelle ist. Dies geht hervor aus der Vergleichung folgender Zahlen:

Intensität in Carcels	Tragweite bei heiterem Wetter	Tragweite bei trübem Wetter
2	4 84	3·21
60	12·65	6·75

Also für eine 30fach verstärkte Lichtintensität ist die Tragweite bei heiterem Wetter kaum verdreifacht und bei trübem Wetter kaum verdoppelt.

Die Tragweite für Leuchtthürme erster Classe variirt zwischen 35 bis 50 *km*, jene für Leuchtfeuer zwischen 4 bis 37 *km*. Die Leuchthürme erster Classe beleuchten den ganzen Horizont, die anderen blos einen Theil desselben.

Die zur Beleuchtung verwendeten Oellampen haben von 1 bis 6 Dochte, deren Diameter von 25 bis 125 *mm* variirt. Ihre Consommation im Verhältnisse zur Lichtstärke ist folgende:

Verbrauch an Oel in Grammes	1450	1000	645	370	175	55
Intensität in Carcels	50	36	24	14·3	7·9	2·2

Auch das Gaslicht wird für Leuchtthürme angewendet. Die Brenner bestehen aus von einander unabhängigen Gasströmen von einem stündlichen Verbrauch von 60 bis 65 *l*. Der Durchmesser der Flamme eines Brenners von 28 Strömen ist 108 *mm*.

Beide Beleuchtungsarten können sowohl durch Bogen- als auch durch Glühlicht ersetzt werden. Am bekanntesten sind die Regulatoren Serrin und Sautter-

Lemonnier für solche Zwecke. Die grösste Intensität, welche durch Oellicht erreicht wurde, ist 1105 Carcels, während mit dem Bogenlicht unbegrenzte Intensitäten geschaffen werden können.

Kriegsschiffe.

Die Gesammtheit der elektrischen Einrichtung wird eingetheilt in sechs getrennte Leitungen oder Stromkreise:

1. Tagesbeleuchtung;
2. Nachtbeleuchtung;
3. Beleuchtung auf hoher See;
4. Beleuchtung während des Gefechtes;
5. Routen- und Remorquirungsfeuer;
6. Signalfeuer und Projectionen.

Die Dynamomaschinen werden direct von an sie angekuppelten Motoren bethätigt.

Es müssen Reservedynamo und Reservemotoren vorhanden sein, welche im Stande sein sollen, im Falle einer Störung oder Reparatur die Arbeitsleistung der ausser Betrieb gesetzten Maschinen voll zu übernehmen.

Wenn möglich, sollen die Reservemaschinen an einem von der Ursprungsinstallation getrennten Orte aufgestellt werden. Die Inbetriebsetzung der Reservemaschinen soll durch ein einfaches Manöver geschehen können.

Die Stromkreise sollen so angeordnet werden, dass sie von wenigstens zwei Seiten mit Strom gespeist werden, dass also der Durchbruch eines Hauptkabels keinerlei Störung in der Funktionirung der Lampen hervorruft.

Die Gesammtanzahl der Lampen vertheilt sich für einen Kreuzer erster Classe ungefähr wie folgt: Tages-

beleuchtung 30, Nachtbeleuchtung 38, Seebeleuchtung 27 und Gefechtbeleuchtung 4 Procent.

Unter Tagesbeleuchtung wird verstanden die Beleuchtung der Maschinenräume, der Gänge und Corridore, der Cabinen der Unterofficiere, der Küche und Proviantmagazine u. s. w. Diese Lampen werden zu einer bestimmten Abendzeit ausgelöscht und an einer gewissen Morgenstunde wieder in Gebrauch gesetzt.

Die Nachtbeleuchtung umfasst die Cabinen der Officiere, einen Theil der Gänge und Corridors, die Beleuchtung der Batterien und des Wachtdienstes.

Die Beleuchtung auf hoher See begreift in sich die Beleuchtung der Kessel, Maschinen, Kohlenmagazine und aller Räumlichkeiten, welche auf den Fahrdienst Bezug haben.

Unter Gefechtsbeleuchtung versteht man die Lampen in den Magazinen der Obusse, Schiessbaumwolle, Pulver, Torpedos und aller auf den Kampf bezughabenden Materialien.

Die zur Verwendung kommenden Dynamos sollen Gleichstrommaschinen sein.

Die Dampfmaschinen sind Compound, zwei um 45⁰ geneigte Cylinder, eine einzige gemeinsame Achse bethätigend. Die Schmiervorrichtungen sind continuirlich. Einer guter Regulator mit geringer Tourenschwankung ist unerlässlich.

Die Signalfeuer werden mit Glühlampen hergestellt. Dieselben werden auf einen Mast gehisst und von einem Kabel mit 11 getrennten Adern für jede Lampe und einer gemeinsamen Ader für den Retourstrom abgezweigt. Das Kabel geht von einem Manipulateur aus, auf welchem ebenfalls so viel Controllampen angebracht sind als es Signalfeuer gibt.

Die Routen- und Remorquirungsfeuer werden ebenfalls mit Glühlampen, welche in den reglementmässigen Apparaten angebracht werden, hergestellt.

Die Projectionen werden durch Bogenlampen hergestellt.

Das nothwendige elektrische Material für einen Kreuzer erster Classe (Installation von 250 Glühlampen à 16 Kerzen) wäre ungefähr:

2 Dynamos, jede von 75 Volts und 180 Ampères.

2 Regulatoren des Erregerstromes.

1 Voltmeter.

2 Ampèremeter.

110 Ausschalter verschiedener Grösse.

250 Lampenhälter.

100 Sicherheitsvorrichtungen mit Bleistöpsel.

1 Erdstromanzeiger.

1 Vertheilungstableau.

1 Manipulateur für die Signalfeuer.

2 Widerstände für die Projectoren.

Kabel und Drähte.

Wandarme und Aufhängevorrichtungen für die Cabinen; Laternen mit Schutzgitter für die Corridore, Gänge, Maschinenräume u. s. w.

2 Bogenlampen für die Projectoren.

Besondere Apparate für die Signalfeuer.

2 Tachymeter zur Controlirung der Geschwindigkeit der Maschinen.

Cursäle. Oeffentliche Gärten.

Es ist ein Cursaal von ziemlich ausgedehnten Dimensionen zu beleuchten.

Erforderniss an Lampen.

	Bogenlampen à 40 Carcels	Glühlampen à 20 Kerzen	10 Kerzen
Im Garten	10	—	—
„ Kiosk	—	60	—
„ Speisesaal	—	—	60
„ Theatersaal	—	100	60
Auf der Bühne	—	80	70
Verschiedene andere Räumlichkeiten (Spielzimmer, Billards, Küche u. s. w.)	—	40	60
	10	300	250

Diese Lampen sind nie alle auf einmal im Betriebe. Man wird daher etwa 40 Pferdekräfte als nothwendig annehmen.

Motorisches Material.

Eine halb fixe Maschine von 35 nominellen Pferdekräften.

Ein Reservoir für Speisung des Kessels mit Hähnen und Rohrleitung.

Ein Injecteur mit seiner Rohrleitung.

Eine Transmission: eine Achse, zwei Riemscheiben, ein Schwungrad zur Ausgleichung des todten Punktes, drei Lagerstühle.

Zwei Antriebsriemen.

Verpackung.

Fundirungen.

Montage.

Elektrisches Material:

Eine Dynamomaschine von 75 Volts und 360 Ampères mit Holzrahmen zur Fundirung und Riemenspannvorrichtung.

Ein Regulator des magnetischen Feldes.

Ein Voltmeter.

Ein Ampèremeter mit Reductor.

Zwei grosse Bleisicherungen für die Dynamos.

Zehn mittlere Bleisicherungen für die einzelnen Leitungen.

50 doppelte Bleisicherungen für grössere Lampengruppen.

175 einfache Bleisicherungen für je drei Lampen.

Zwei Ausschalter für je 250 Lampen.

10 Ausschalter für die Leitungen.

50 „ „ einzelne Lampengruppen.

10 „ „ Luftleitungen der Bogenleitungen.

100 kleine Ausschalter für einzelne Lampen.

530 Lampenfassungen ohne Ausschalter.

Ein Erdstromanzeiger.

50 Isolatoren Porzellan (Doppelglocken) für die Luftleitungen.

150 Isolatoren Porzellan (Scheibenform) für die Luftleitungen.

500 Isolatoren in Hartholz zum Befestigen der Drähte gegen die Mauern, dort, wo Deckleisten nicht angewendet werden können.

Drei Kilogramm zweispitzige Heftnägel.

Kautschuk zur Isolirung dieser Heftnägel.

530 Raccords, um die Lampenfassungen an den bestehenden Gasapparaten anzubringen.

10 Aufhängevorrichtungen für die Bogenlampen.

10 Widerstände aus Neusilber für die Bogenlampen, verbunden mit Ausschaltern.

Kabel.

Drähte.

Schrauben, Nägel.

Deckleisten. Eine Holztafel zur Anbringung der Messapparate und Ausschalter.

Ständer für die Bogenlampen.

530 Glühlampen.

10 Paar Kohlenstifte für die Bogenlampen.

300 Hälter für Schirme (Tulpen, Strausseneier) aus mattem Glas oder Porzellan.

Glaswaare (Schirme u. s. w.).

Transport. Emballage.

Für das Theater sind vorzusehen: Eine Regulirungsvorrichtung mit sechs Widerständen und Zugehör; vier Oberlichter, vier Seitenständer oder Coulissenlichter, biegsame Kabel für dieselben. Auf die Rampe ebenso wie auf die Oberlichter werden platte hölzerne Lampenfassungen aufmontirt und die Gasbrenner intact belassen.

Während des Theaters werden der Kiosk und der Speisesaal ausgelöscht; anderenfalls müsste eine grössere motorische Kraft vorgesehen werden.

Betriebsberechnung:

Man nimmt die Dauer der Beleuchtung mit vier Monaten an, d. h. 120 Tage mit täglich vierstündigem Lichtverbrauch, macht $120 \times 4 = 480$ Stunden.

Ferner nimmt man an, dass nicht alle Glühlampen zu gleicher Zeit in Anspruch genommen werden, sondern blos zwei Drittel derselben und die zehn Bogenlampen, was ungefähr 40 Pferdekräfte in Anspruch nehmen würde.

Es stellen sich daher die Kosten folgendermassen:

Unterhaltung des Materials: Acht Procent des Kostenpreises des gesammten Materials.

Kohle: 1·5 Kilogramm per Pferdekraft und Stunde. Anzahl der Pferdekraftstunden: $40 \times 480^h = 19.200$.

Verbrauch von Kohle: 19.200 × 1·5 = 28.800 *kg*. Wenn man noch 1200 *kg* für die Anfeuerung und sonstige Verluste hinzurechnet, kann man als Kohleverbrauch annehmen: 30 Tonnen.

Schmieröl: 120 *kg*. Das gebrauchte Oel wird filtrirt und auf's Neue verwendet.

Putzlappen: 100 *kg*.

Kohlenstifte für Bogenlampen: 1200 Paare (zehn Paare per Tag).

Glühlampen: Mittlere Dauer einer Glühlampe: 800 Stunden. 350 Lampen × 480 Stunden = 168.000 Lampenstunden. Anzahl der auszuwechselnden Lampen: 168.000 : 800 = 250 Lampen.

Arbeitslöhne: Ein Elektrotechniker, ein Mechaniker und zugleich Heizer, ein Heizergehilfe.

Bemerkungen.

Es wurde eine Dynamo von 75 Volts gewählt, um die Bogenlampen mit den Glühlampen aus einer und derselben Stromquelle zu speisen, ohne es nöthig zu haben, allzu grosse Ersatzwiderstände den Bogenlampen beizuschalten.

Die Bogenlampen sind kleine Nebenschlusslampen. Dieselben erfordern je 8 bis 9 Ampères bei 45 Volts Spannung an den Klemmen der Lampe.

Das Leitungsnetz wird in zehn getrennte Leitungen getheilt. Eine jede derselben ist von der anderen vollständig unabhängig. Die Leitungen werden von der Vertheilungstafel aus (welche neben der Dynamo angebracht ist) aus- und eingeschaltet.

Es wurde angenommen, dass die bereits bestehenden Gasapparate in Verwendung kommen. Die Lampen-

fassungen werden an denselben mittelst Raccords angebracht. Es wird thunlichst darauf gesehen, die Brenner intact zu belassen, um nach Ablauf der Saison und im Falle einer Reparatur an den Maschinen das Gas wieder benützen zu können.

Eine Reservedampfmaschine und Dynamo wird nur auf Wunsch des Clienten vorgesehen.

Es werden keine Lampenfassungen mit Ausschaltehahn vorgesehen, da deren Handhabung durch die Kellner und anderes Dienstpersonale viele Unzukömmlichkeiten hervorrufen würde. Hingegen wurde eine ausreichende Anzahl leicht handlicher und solid construirter, widerstandsfähiger Ausschalter vorgesehen.

An Bleisicherungen wurden gerechnet: Eine für jede getrennte Leitung, eine doppelte für je eine Gruppe von zehn Lampen; eine einfache für je fünf Lampen. An den Ständern der Bogenlampen werden eigens für Luftleitungen construirte Bleisicherungen angebracht.

Die Befestigung der Drähte in den Gebäuden geschieht mit zweispitzigen, durch Kautschuk isolirte Heftnägel, durch Holzklammern und Deckleisten.

Die Luftleitungen im Garten werden auf Porzellanisolatoren gelegt.

Zweites Beispiel: Einrichtung eines Vergnügungsetablissements mit Zuhilfenahme von Gasmotoren (Sophieninsel, Prag).

Vertheilung der Lampen:

Festsaal 683 Glühlampen à 16 Kerzen (1 Kronleuchter mit 250, 2 kleinere mit je 218 und 23 Wandarme mit je 8 Lampen).

Kleiner Saal: 1 Kronleuchter mit 24, 1 anderer mit 20 Lampen.

Conversationssalon: 8 Ampeln à 1 Lampe, 10 Wandarme à 1 Lampe.

Ruhesaal: 1 Leuchter à 6, 4 Wandarme à 3 Lampen.

Vestibule, Stiegenhaus, Vorsaal: 1 Kronleuchter à 6, 2 Kronleuchter à 5, 2 Wandarme à 3, 6 Stiegencandelaber à 5 Lampen.

Orchester: 1 Kronleuchter à 6, 2 Wandarme à 3, 7 Hängeleuchter à 2, 2 Pultlampen à 1 Lampe.

Restaurationslocalitäten: 5 Kronleuchter à 6, 8 Kronleuchter à 3, 4 Hängeleuchter à 2, 2 Ampeln à 1 Lampe.

Zufahrt zum Saalgebäude: 5 Bogenlampen.

Garderoben, Nebenlocalitäten: 38 Lampen.

Das motorische Material besteht aus:

Drei zweicylindrigen Gasmotoren à 50 Pferdekraft mit den erforderlichen Gas- und Wasserröhrenleitungen, sowie mit den dazu gehörigen Ausgusstöpfen und 150millimetrigen Ausgussröhren.

Ein liegender eincylindrischer Otto'scher Gasmotor von zwei Pferdestärken zum Antriebe der grossen Motoren nebst zugehöriger Transmission.

Drei Satz Antifluctuatoren, bestehend aus je drei Apparaten zur Verhinderung der Druckschwankungen im Gasröhrensystem in der Nähe der Motoren.

Das elektrische Material besteht aus vier Dynamos à 300 Glühlampen, Gleichstrom und Nebenschluss, und der anderen Einrichtung.

Zur vollen Beleuchtung des Saalgebäudes und der Bogenlampen genügen zwei Gasmotoren à 50 *HP* und drei Dynamos; der dritte Motor sowie die vierte Dynamo dienen ausschliesslich zur Reserve. Ein Generalumschalter und vier getrennte Umschalter ermöglichen es, jedwede Leitung auf eine beliebige Dynamo zu schalten.

Ein Stationsgasmesser dient zur Controlirung des Gasverbrauchs der Installation.

Ausstellungen.

Provisorische Beleuchtung des Industriepalastes in Paris:

					Die in jedem Stromkreis befindlichen Lampen sind hintereinander geschaltet
I.	Stromkreis:	5	Bogenlampen	à 2000 Kerzen	
II.	„	86	„	à 1200 „	
III.	„	45	„	à 1200 „	
IV.	„	17	„	à 1200 „	
V.	„	42	„	à 1200 „	
VI.	„	32	„	à 1200 „	
		177			

Dynamos: Vier Wechselstrommaschinen, jede zu 1600 Volts, 10 Ampères, jede ausreichend für 45 hintereinandergeschaltete Bogenlampen à 1200 Kerzen.

Absorbirte Kraft: $^7/_{10}$ Pferdekraft per Lampe.

Distanzen zwischen den einzelnen Bogenlampen: 850 bis 1400 *m*.

Gewöhnlich dienen für Ausstellungsbeleuchtung folgende Normen:

Maschinengalerie: Bogenlampen von 200 Carcels für die Hauptgalerie, Bogenlampen von 150 Carcels für die Nebengalerien. Die Höhe der Lampen vom Erdboden variirt von 7 bis 10 *m*. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Lampen betragen 10 bis 16 *m*.

Festsaal: Bogenlampen von 12 bis 15 Ampères gemischt mit auf Lustern angebrachten Glühlampen. Wenn Deckengemälde vorhanden sind, werden Reflectoren derart angewendet, dass das Licht nach oben geworfen wird, ohne dass die hierzu verwendeten Bogenlampen sichtbar sind.

Haupteingang: Bogenlampen von 8000 bis 10.000 Kerzen auf 25 bis 30 *m* hohen Masten oder Pylonen angebracht.

Aussenbeleuchtung: Bogenlampen von 2000 Kerzen auf 18 bis 20 *m* hohen Masten.

Pavillon: Glühlampen, gemischt mit Nebenschlussbogenlampen.

Ausserdem noch installirt: 150 Glühlampen für die Bureaux und Annexe. Gespeist von einer Gleichstromdynamo 75 Volts, 110 Ampères.

Handwerkerschulen.

Die Beleuchtung geschieht mit: 1. Bogenlicht in Laternen mit Alabasterglaskugeln; 2. Glühlicht in conischen Schirmen; 3. Bogenlicht für Deckenbeleuchtung, und 4. Bogenlicht für Seitenbeleuchtung.

Gewöhnliche Bogenlampen für Treppen und Corridore, mit Gegengewichten. Die Lampen sind an ihren Stromleitern aufgehängt. — Für jeden Zeichentisch eine 16 Kerzenglühlampe an einer von der Decke herabhängenden Vorrichtung mit Gegengewicht, um den Schirm in verticaler Richtung bewegen zu können. — Bei Deckenbeleuchtung durch Bogenlampen wird die Lampe der Decke möglichst nahe gebracht und unterhalb durch einen konischen, nach oben offenen Blechschirm abgelenkt; unmittelbar unter der Decke befindet sich direct über der Lampe ein grosser ebener, mattweisser Schirm von kreisrunder Form, der das Licht, welches der konische Blechschirm nach oben wirft, zerstreut. — In jenen Zimmern, in denen die Schüler an Staffeleien nach Gypsmodellen zeichnen, werden Diffusoren angewendet, wobei sich die Bogenlampe in einem grossen,

aus Eisenblech hergestellten Kasten befindet, welcher die Form einer grossen Muschel hat. Das von der Lampe in die muschelartige Höhlung geworfene Licht tritt zerstreut aus dieser aus und die dargestellten Gegenstände erhalten eine dem Sonnenlicht ähnliche Beleuchtung.

Eisenbahnzüge.

Jeder Waggon wird mit einer Batterie Accumulatoren versehen. Diese Batterien werden bei der Zusammenstellung des Zuges durch biegsame Kabel hintereinander geschaltet. Die Dynamo wird mittelst Riemen von einer Scheibe, die auf die Gepäckswagenachse aufgekeilt ist, bethätigt. Ein automatischer Ausschalter trennt die Dynamo von den Accumulatoren im Falle des Langsamergehens oder gänzlichen Stillstehens der Locomotive. Die Accumulatoren werden während des Fahrens geladen und wird durch die Dynamo zugleich auch die Beleuchtung besorgt. Wenn der Zug stillsteht, übernehmen die Accumulatoren die Speisung der Lampen. Ein constanter, vor die Glühlampen eines jeden Waggons geschalteter Widerstand gleicht den Unterschied zwischen den Potentialdifferenzen bei Ladung und Entladung aus. — Die Accumulatoren werden in dicht verschlossenen Kästen unterhalb der Waggons angebracht.

Ein anderes System von Zugsbeleuchtung besteht darin, die Waggons beim Durchfahren durch Tunnels zu beleuchten. Es beruht darauf, dass der Strom durch eine zwischen den Fahrschienen liegende Schiene den einzelnen Wagen zugeleitet wird, während die Fahrschienen als Rückleitung dienen; passende Schleifcontacte vermitteln die Leitung zwischen Wagen und Schienen. Sobald nun der Zug in den Tunnel einfährt,

beginnt der entsprechende Schleifcontact auf der isolirten Mittelschiene, welche höher als die Fahrschienen und auf Steingutisolatoren liegt, zu schleifen und die Lampen der Wagen beginnen zu leuchten. Mit Austritt des Zuges aus dem Tunnel, an dessen Ende die Zuleitungsschiene aufhört, verlöschen die Lampen wieder.

Bergwerke, Gruben.

Die Beleuchtung derselben umfasst: I. Permanente Beleuchtung der Gebäude, des Einsteigschachtes und der Verbindungsgalerien mittelst fix angebrachten Lampen. II. Beleuchtung der angebohrten Schachte und der in Construction begriffenen Galerien mittelst tragbaren Lampen. — Die Dynamos sollen niemals ganz allein für die Beleuchtung dienen; sie sollen auch motorische Kraft abgeben können für: Förderung der Waggons auf einer elektrischen Bahn, Betrieb von Bohrmaschinen, Entwässerung u. s. w. — Man wird in den Schachten Sechzehn- bis Zwanzigkerzenlampen anwenden, welche je 30 *m* von einander entfernt sind. — Als tragbare Lampen kann man solche mit Voltazellen oder mit Accumulatoren benutzen. — Bekanntere Systeme: Swan, Pitkin, Schanschieff, Friedländer.

Fahrbare Beleuchtungseinrichtungen.

Dieselben sind verschieden angeordnet, lassen sich aber in zwei hauptsächliche Gattungen unterscheiden:

1. Auf einem eisernen Untersatze sind Dynamo und ein mit derselben direct gekuppelter schnellgehender Motor aufmontirt. Der Dampfkessel ist vertical und befindet sich, vom Motor vollständig unabhängig, am Hintertheile des Wagens, zwischen den beiden grossen

Rädern. Unterhalb der gemeinschaftlichen Basis des Motors und der Dynamo befindet sich ein Wasserreservoir mit Giffards und Handpumpe.

2. Die Einrichtung besteht aus einer gewöhnlichen Locomobile (der Motor auf dem Kessel aufmontirt). Nahe dem Schornstein ist auf dem Kesselmantel ein Gestell angebracht, auf welchem die Dynamo aufmontirt ist. Die letztere wird von dem Motor mittelst einfacher Riemenübersetzung angetrieben.

Buchdruckereien.

Setzersaal: Für jeden Setzer eine Sechzehnkerzenlampe. Ein tiefgehender konischer Blechschirm soll verhüten, dass das Licht dem Setzer in die Augen fällt. Die Schirme sind auf Gelenksarmen anzubringen.

Corrigirplatten: Eine Zwanzigkerzenlampe für jede Form. Aufhängung mit Gelenken. Flacher Schirm, matte Lampe.

Pressen: Zwei Zwanzigkerzenlampen per Presse. Die Lampen sind seitlich anzubringen. Bei grossen Marinonipressen sind drei Sechzehnkerzenlampen nothwendig.

Clicherie: Man rechnet als allgemeine Beleuchtung zehn Kerzen für jeden Stereotypeur.

Correcteure: 16 Kerzen per Corrector, angebracht auf tragbaren Bureaulampen.

Trockenräume, Couloirs, Walzengiesserei u. s. w.: Allgemeine Beleuchtung mit flachen Blechschirmen.

Buchbinderei: Allgemeine Beleuchtung. 10 Kerzen per Arbeiter.

Spitäler.

Beleuchtung der Krankenzimmer, zwei Kerzen per Bett rechnend. Corridore nach Belieben zu beleuchten. Für Secirsäle sind ausser der allgemeinen Beleuchtung noch tragbare Lampen zu rechnen. — Vorzusehen ausserdem die Beleuchtung der Bureaux, der Wohnungen der Angestellten, der Ordinationszimmer, der Küche, der Wäscherei, Magazine, Apotheke u. s. w. — Eine Accumulatorenbatterie ist für eine solche Installation unerlässlich. Sie besorgt den Nachtdienst und die Beleuchtung während des Tages. Directe Beleuchtung findet blos Abends von 5 bis 8 Uhr statt. Die Accumulatoren dienen auch zu heilwissenschaftlichen Zwecken, besonders für Cauterisationen.

Fabriken für Sprengstoffe.

Die Einrichtungen sind wegen der grossen Ausdehnung eines solchen Etablissements ziemlich kostspielig. Die Drähte dürfen nicht in die einzelnen Fabriksgebäude eingeführt werden, die Beleuchtung selbst geschieht von aussen. Die Canalisirung ist als Luftleitung zu denken, jede Abzweigung, jede Lampe muss mit einer Sicherheitsvorrichtung versehen werden. Zur Beleuchtung der Plätze vor den Gebäuden sind Bogenlampen nicht anzuempfehlen. Die maschinelle Anlage befindet sich gewöhnlich in einem von der Fabrik weit entfernten Schuppen. Es werden gewöhnlich 16 Kerzen für die Fabrication und 20 bis 32 Kerzen für die äussere Beleuchtung per Lampe angenommen.

Fabriksbeleuchtung.

Papierfabriken.

Bei Einrichtung einer elektrischen Beleuchtung in Papierfabriken ist grosses Augenmerk auf den schädlichen Einfluss zu richten, welchen die Feuchtigkeit und die Chlorgase auf das Material der Einrichtung haben können. Die Lumpen werden auf verschiedene Weise gebleicht, entweder durch Chlorgas oder durch flüssigen Chlor, in jedem Falle aber ist alles Metallische, das sich in der Nähe der Bleichkammern befindet, der Oxydirung ausgesetzt, was bei Auswahl der Leitungsdrähte und der Lampenhälter besonders berücksichtigt werden muss.

Die zu beleuchtenden Apparate und Maschinen sind folgende:

Die Raffineure. Dieselben bilden die letzte mechanische Behandlung des Papierbreies vor seiner endlichen Umwandlung in endlose Bogen auf der Papiermaschine. Sie bestehen aus einem ovalen Bassin, in welchem ein mit Stahllamellen besetzter Cylinder mit grosser Geschwindigkeit rotirt und den Brei zerfasert, während ein in selbem Bassin befindlicher Tambour den Brei auswäscht. Eine Lampe von 8 Kerzen genügt für einen solchen Apparat und kann beliebig wo angebracht werden.

Die Lessiveure. Dieselben sind lange Kessel, in welchen die Lumpen oder aber Strohgehäcksel mit Dampf abgekocht werden. Je eine Achtkerzenlampe wird nahe an den Manometern angebracht.

Schneidemaschinen. Dieselben bilden entweder einen Theil der Papiermaschinen oder aber sind selbst-

ständig. Im letzteren Falle ist zur Beleuchtung eine Sechzehnkerzenlampe mit flachem Schirm erforderlich, welche etwa 1 *m* über der Maschine nahe dem Auslegetisch so angebracht wird, dass das Schneidewerkzeug volles Licht erhält.

Satineure. Jene älterer Construction bestehen aus zwei Walzen, durch welche das zwischen Zinkblätter gelegte Papier gleitet. Die Beleuchtung dieser Apparate, neben welchem sich gewöhnlich ein Rangirtisch für das Einlegen und Ausnehmen des Papiers befindet, geschieht durch eine Sechzehnkerzenlampe, deren Licht vorzugsweise für den Rangirtisch berechnet ist. Die Satineure selbst werden durch das seitlich abfallende Licht genügend beleuchtet.

Die Papiermaschine. Sie erfordert einen Kraftaufwand von 10 bis 20 Pferdekraft und hat einen eigenen Motor zur Verfügung, der eine regelmässige Geschwindigkeit besitzt, ein Haupterforderniss für gute Fabrication. Sie besteht aus folgenden wesentlichen Theilen:

Ein Reservoir, in welchem der raffinirte Brei in fortwährender Bewegung erhalten wird und eine gleichmässige Vermischung des Breies mit dem Wasser erzielt wird;

ein Regulator, durch welchen die Menge des abfliessenden Breies je nach der gewünschten Dicke des Papieres stets gleichmässig erhalten wird;

ein Canal aus Holz (le sablier), in welchem der Brei auf Holzgattern fliesst, und welcher den Zweck hat, die im Brei enthaltenen Unreinigkeiten, Sand, Kohlenpartikel u. s. w., in den Gattern ablagern zu machen;

ein Reiniger, zumeist ein mit Drahtgespinnst überzogener Cylinder, in welchem der Brei einer nochmaligen Durchsiebung unterzogen wird;

ein flaches Drahtgewebe, auf welchem der Brei sich ausbreitet, um von hier aus unter die Presscylinder und von da aus über die Trockencylinder zu gelangen.

Wenn das Papier die Trockencylinder verlässt, wird es entweder von einer Schneidemaschine in Empfang genommen oder aber auf Walzen aufgerollt.

Es werden lauter Zehn- oder Sechzehnkerzenlampen angewendet. Eine für das Reservoir, eine für den Regulator, eine für den Sablier, eine für den Reiniger, eine für den Motor, vier für die Cylinder, eine für die Schneidemaschine.

Calanders. Ein aus 6 bis 12 Rouleaux bestehender Apparat, welcher die Satineure ersetzt. Derselbe war früher als ein Theil der Papiermaschine angesehen, ist aber seither als unabhängige Maschine zu betrachten. Beleuchtet wird dieselbe durch eine Sechzehnkerzenlampe, welche etwa 20 *cm* über dem höchsten Rouleau des Calanders angebracht wird.

Rubricir- oder Liniirmaschine. Dieselbe dient zur Herstellung von Geschäftspapieren, Dictandotheken und anderen liniirten Papieren. Das Licht (10 Kerzen) soll sowohl auf den Auslegetisch, als auch auf die beiden Cylinder fallen, um welche sich das Papier rollt, und soll auch noch den Tisch beleuchten, auf welchem das bedruckte Papier ausgelegt wird. Am besten wird die Lampe seitlich, zur Rechten der Maschine, 80 *cm* über derselben und beiläufig in der Mittellinie des Apparates, angebracht.

Cellulosefabriken.

Je eine Lampe von 16 Kerzen für vier Arbeiter beim Holzausklaubetische, je eine Lampe für zwei Arbeiter

bei der Entrindung. Vier Lampen à 10 Kerzen für je einen Lessiveur (eine beim Manometer, eine bei der Einfüllung, eine bei der Ausladung, eine bei der Breipumpe). Eine tragbare Schlauchlampe für die Lessiveurpumpe. — Gute Beleuchtung der Sabliers oder Sandcanäle. Je zwei Lampen für eine Epurateurbatterie. — Je eine Lampe für einen Egoutteur. — Bei den Holzspaltemaschinen je eine Lampe seitlich angebracht mit Schutzkorb gegen die herumfliegenden Holzsplitter. — Auf den Pyritthürmen gute Beleuchtung des Pumpwerkes. — Eine Lampe für je zwei Schwefelöfen.

Spinnereien und Webereien.

Hierin sind begriffen die verschiedenen Operationen, welche alle spinnbaren Materialien, die Seide ausgenommen, durchmachen müssen, um zu einem Garn oder Faden zu werden. Die Operationen ersten Grades begreifen die Reinigung, Sortirung und Herrichtung der Fibern, jene zweiten Grades begreifen die Drehung und Aneinanderfügung der Fiebern, während die Endoperation durch das eigentliche Spinnen gebildet wird.

Für die Beleuchtung derselben, wenn nicht Bogenlicht angewendet wird, wird man am besten thun, die erforderliche Lichtmenge nach der Anzahl der Arbeiter zu rechnen. Es existirt hier ein grosser Unterschied zwischen Baumwoll- und Leinenspinnerei, wie auf Seite 191 ersichtlich.

Die Spinnmaschinen. Flachs, Lein, Jute wird auf endlosen Bänken gesponnen, deren Spindeln mit Flügeln versehen sind. Das Licht soll ein Meter über dem Wasserbehälter angebracht werden. Gekämmte Wolle und Baumwolle werden zumeist auf Self-actings versponnen. Hier

Anzahl der Arbeiter per 1000 Spindeln	Leinen-spinnerei	Baumwoll-spinnerei
Für grobe Nummern	90—120	6
„ mittlere Nummern	60—70	} 10
„ feine Nummern	40—50	
Lichtstärke per Arbeiter . . .	4 Kerzen	8 Kerzen

soll das Licht in der Mitte der Maschine (die ganze Breite derselben inclusive Karrenweg gerechnet) etwa 1·30 *m* über dem ausgespannten Faden angebracht werden. Die Theilung des Lichtes soll eine weitgehende sein; man wähle statt zwei Sechzehnkerzenlampen, lieber drei Zehnkerzen.

Webestühle. Zumeist eine Sechzehnkerzenlampe für je zwei Normalwebestühle. Seltener eine Zwanzigkerzenlampe für je vier Stühle.

Ourdissoirs. Dieselben bestehen aus einem dreieckigen Rahmen, auf welchem die Fadenspulen sich drehen, aus einer Walze, auf welcher sich die Fäden aufwickeln, und aus einem Kamm, welcher die Fäden leitet und ihren Parallelismus während der Aufwicklung aufrecht erhält. Zu ihrer Beleuchtung sind nothwendig zwei Lampen von 10 Kerzen, die erste befindet sich über dem Kamm, etwa 30 *cm* über demselben, die zweite wird in dem Rahmen der Spulen so angebracht, dass das Licht, etwa 2 *m* vom Fussboden entfernt, sich gleichmässig über alle Fäden vertheilt. Die letztere Lampe kann auch mit einem gegen die Aufrollwalze zu gerichteten Reflector versehen werden.

Oxydirmaschine. Dieselbe dient dazu, die Eisen- und Aluminiumsalze in den Farben aufzulösen und die

letzteren haltbarer zu machen. Sie besteht aus einem Blech- oder Holzkasten, in welchem die zu präparirenden Gewebe über Rollen gleiten. Zu ihrer Beleuchtung genügt eine Lampe von 10 Kerzen, welche, 2·50 *m* vom Fussboden entfernt, an der Stelle angebracht wird, wo das Gewebe den Kasten verlässt und von den Zusammenlegwalzen in Empfang genommen wird.

Etaleuse (bei Leinenspinnereien). Maschine, auf welcher der gekämmte Flachs ausgebreitet wird, um in endlose Bänder verwandelt zu werden. Zur Beleuchtung ist eine Sechzehnkerzenlampe erforderlich, welche 1 *m* über den Ausbreitetisch angebracht wird.

Kammmaschinen. Dieselben dienen zur Herrichtung von Lein, Hanf und Jute und sollen deren Fasern parallel legen und ihre Fibern reinigen. Die Pflanze wird in einem Karren festgehalten und von demselben durch Stahlkämme gezogen. Die Beleuchtung dieser Maschinen geschieht seitlich, und zwar befindet sich die Lampe (10 Kerzen) zur Linken des Arbeiters. Dasselbe gilt von den Maschinen, welche zum Kämmen von Wolle, Baumwolle und anderern kurzfaserigen Materialien dienen.

Tapetenfabriken.

Eine jener Fabriken, in welchen die praktische Lichtvertheilung eine bedeutende Rolle spielt. Die hauptsächlichsten Maschinen sind folgende:

Foncirmaschine, welche dem Papier die Grundfarbe verleiht. Dieselbe besteht aus mehreren Cylindern, über welche das zu färbende Papier gleitet und aus einem System von Bürsten und Pinseln, welche die Farbe auftragen. Eine solche Maschine erfordert unbedingt 16 Kerzen.

Die Lampe wird seitlich, hart an der Maschine angebracht, um Schatten zu vermeiden.

Hand-Druckpressen. Eine Sechzehnkerzenlampe wird über dem Kopfe des Arbeiters, etwa 1 *m* von der Druckplatte entfernt, so angebracht, dass sie beliebig nach rechts oder links bewegt werden kann. Ein besonderes Licht für den die Farben handhabenden Gehilfen des Druckers ist nicht nothwendig.

Maschinen-Druckpressen. Dieselben bestehen aus einem grossen Cylinder, welcher mit dickem Tuch überzogen ist, und um welchen zahlreiche gravirte Rouleaux angebracht sind. Die Beleuchtung dieser Maschine ist sehr schwierig, da Schatten, selbst die geringsten, unbedingt zu vermeiden sind. Gewöhnlich geschieht die Beleuchtung durch vier Achtkerzenlampen, von welchen zwei über der Maschine (eine vor derselben, eine an der Rückseite) und zwei neben derselben (eine rechts, die andere links, 1·50 *m* vom Fussboden) angebracht sind.

Fayencefabriken.

In derselben sind zu beleuchten die Räume, in welchen der Thon, Sand und andere Materialien zusammengemengt werden (acht Kerzen per Mischkasten); die Reservoirs, in welchen sich die Masse vom beigemischten Wasser sondert (acht Kerzen per 20 m^2 Reservoir); der Raum, in welchem die Masse geschlagen und gewalkt wird (acht Kerzen für je zwei Arbeiter); die Drehscheiben (eine Zehnkerzenlampe zur Linken des Drehers); die Roulage (acht Kerzen per Tisch); die Oefen und die Malerei (acht Kerzen per Arbeiter). — Bei der Fabrikation feinerer Sorten sind ausserdem noch zu beleuchten die Mahl- und Schlemmmühlen für den Kaolin

und Thon, die Pressen, die Drehbänke, die Musterdruckerei u. s. w.

Müllereien.

Die hauptsächlichst zu beleuchtenden Maschinen sind folgende:

Die Walzmühlen, ausgestattet mit zwei Walzenpaaren, welche das Getreide zermalmen. Eine Achtkerzenlampe ist so anzubringen, dass das Licht auf die Radübersetzungen fällt, mittelst welcher die Entfernung der Walzen von einander regulirt wird. Dasselbe gilt von den Convertisseurs zu drei Cylindern, bei welchen die Regulirung mittelst eines Hebels und eines Stahlringes bewerkstelligt wird. Bei den Walzmühlen mit Porzellancylindern wird die Lampe über der Maschine derart angebracht, dass das Licht hauptsächlich auf die elastischen Federn fällt, welche die Walzen einander nähern.

Die Drahtsiebe, in welchen das gespaltene Korn von den fremden Körpern befreit wird. Diese Siebe sind sehr zahlreich und erfordern für sich keine specielle, sondern blos eine allgemeine Beleuchtung des Raumes, in welchem sie sich befinden.

Die Reiniger, in welchen Kleie und Gries vom Spelt geschieden werden. Hier gilt das Gleiche wie von den Drahtsieben, wie überhaupt in den Müllereien, seien sie nun Walz- oder Steinmühlen oder anderer Construction, die Beleuchtung sich nicht nach den zumeist verdeckten und verhüllten Maschinen selbst, sondern nach deren örtlichen Verhältnissen richtet.

Passementerie.

Die Maschinen, welche in ihrer Form und Ausstattung sehr häufig wechseln, heissen in Frankreich:

Basse-lisse, eine Zehnkerzenlampe.

Haute-lisse, „ „

Jacquard „ Sechzehnkerzenlampe.

Métier à la barre, eine Zehnkerzenlampe.

Métier Donzé, eine Zehnkerzenlampe.

Métier à fuseaux tournants, eine Sechzehnkerzen-lampe.

Métier à franges, eine Sechzehnkerzenlampe.

Crochet, eine Zehnkerzenlampe.

Haspelmaschine. Dieselben dienen zur Aufwicklung von Schnüren und Zwirnen. Ihre Anordnung ist sehr wechselreich. Zu ihrer Beleuchtung sind nothwendig: Eine Lampe von acht Kerzen für Schnüre und Spagate, eine von 10 bis 16 Kerzen für Zwirne. Das Licht kann über der Maschine, am besten mit flachem Schirm versehen, angebracht werden.

Teigwaarenfabriken.

Die Walkmühlen, in welchen der Teig angemacht wird, erfordern je eine Lampe von 16 Kerzen, welche so hoch als möglich entweder über der Mitte der Maschine oder aber seitlich, dem Treibriemen gegenüber, angebracht wird. Für die Cylinder (paston), in welchen der Teig gepresst und ausgezogen wird, genügt eine Lampe von acht Kerzen. Die Beleuchtung der Trockenkammern richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen.

Mischtröge. Dieselben sind verschiedener Construction und bestehen gewöhnlich aus einem Bassin aus Gusseisen oder Holz, das sich um seine Achse dreht, während im Innern desselben verschieden geformte Mischer den Teig bearbeiten. Eine Lampe von 10 Kerzen wird einen Meter über dem Apparat angebracht. Bei den Trögen

System Deliry, Lotz, befindet sich die Lampe über der Mitte, beim System Dathis seitlich des Apparates.

Backöfen. Dieselben sind verschiedener Construction. Die Heissluftöfen (Roland, Dathis) erfordern je acht Kerzen Lichtstärke per Lampe.

Käsefabriken.

Dieselben erfordern gewöhnlich zwei Achtkerzenlampen für die Milchhalle, je eine Achtkerzenlampe für den Kochkessel, für die Käsepressen und -Formen; zwei Zehnkerzenlampen für die Salzerei und andere zwei für die Trockenstube. Wegen der in einer solchen Fabrik herrschenden Feuchtigkeit ist grosse Vorsicht bei der Lichtinstallation anzuwenden.

Chocoladefabriken.

Zu beleuchtende Maschinen:

Reinigungssiebe: Eine Achtkerzenlampe.

Cacaobrennerei: Acht Kerzen per Maschine.

Melangeurs, in welchen der Cacao verrieben wird. Eine Sechzehnkerzenlampe, seitlich von der Maschine angebracht, etwa 1 *m* über dem Mühlstein.

Zermalmer. Eine Zehnkerzenlampe nahe dem Einschüttkasten, so dass das Licht auch noch auf das Reservoir fällt, in welches die fette Masse abfliesst.

Wurstmaschine, in welcher die Chocolade in wurstförmige Teigbänder gepresst und in Stücke geschnitten wird. Eine Zehnkerzenlampe über der Schneidevorrichtung.

Schütteltische, auf welchen der Teig in Formen gebracht und in dieselben eingerüttelt wird. Acht Kerzen per Tisch.

Mechanische Werkstätten.

Bohrmaschinen. Das Licht soll so nahe als möglich zum Bohrwerkzeug angebracht werden. Am besten bewährt sich folgende Anordnung: Am Plafond gerade über der Maschine wird eine freie bewegliche Aufhängung (aus Holz oder Eisen) angebracht. An ihrem Ende befindet sich der Lampenhälter, der ausser der Lampe noch eine dicke Glaskugel trägt, welcher die erstere vor dem Zerbrechen schützt. Die Länge dieser Aufhängung ist so berechnet, dass die Spitze der Lampe gerade mit der Höhe des Tisches der Maschine zusammenfällt. An der Aufhängung wird ein segmentförmiges Charnier befestigt, das sich längs eines an der Maschine selbst angebrachten festen Punktes bewegt. Wird die Lampe nicht benöthigt, so bildet die Aufhängung eine Verticale, im Gebrauchsfalle aber beschreibt sie einen Winkel von 45^0, indem sie ihre Stellung verlässt und sich dem Tische nähert. Auf diese Weise ist die an der Maschine festgeheftete Aufhängung vor Beschädigung geschützt und ist sie auch Niemandem im Wege.

Schraubstöcke. Dieselben sind verschiedener Art, entweder fix oder beweglich. In jedem Falle erfordern sie zum wenigsten 16 Kerzen Licht. Dasselbe soll von links auf den Arbeiter fallen und beweglich sein.

Anhang.

Treibriemen, Seile u. s. w.

Um bei der Berechnung dieser Materialien, welche im Kostenvoranschlage sehr oft einen bedeutenden Posten

ausmachen, mit der grössten Oekonomie vorzugehen bediene man sich folgender Regeln:

$P = t_1 - t_2$ die motorische Tension der Riemen in Kilogrammen

$v =$ die Geschwindigkeit des Riemens in Metern per Secunde

$n =$ Pferdekräfte, übertragen durch den Riemen

$d =$ Diameter der motorischen Scheibe in Metern

$n^1 =$ Anzahl der Umdrehungen der motorischen Scheibe per Minute.

Man hat:

$$P = t_2 - t_1 = \frac{75\,n}{v} = 1453\,\frac{n}{dn}$$

$$t_2 = P\frac{\frac{t_2}{t}}{\frac{t^2}{t_1} - 1} = Px$$

$$t_1 = \frac{P}{\frac{t_2}{t_1} = 1} = Py$$

aus welchem Tabelle I abgeleitet wird.

Wenn man nimmt:

$$\alpha = 0{\cdot}4 \text{ des Umfanges}$$
$$f = 0{\cdot}3$$
$$t_2 = 2\,t_1$$

so erhält man folgende Formeln:

$$P = \frac{75\,n}{v}$$

$$t = 2\,P$$

$$l = \frac{2\,P}{R} = \frac{150\,n}{R\,v}$$

Tabelle I.

Berechnung der Tension der Riemen.

α			Werth von $x \frac{\frac{t^2}{t^1}}{\frac{t^2}{t^1} - 1}$ für				Werth von $y \frac{1}{\frac{t^2}{t^1} - 1}$			
in Graden	in Circular-maassen	in Theilen der Cir-conferenz	$f = 0{\cdot}2$	$f = 0{\cdot}3$	$f = 0{\cdot}4$	$f = 0{\cdot}5$	$f = 0\ 2$	$f = 0{\cdot}3$	$f = 0{\cdot}4$	$f = 0{\cdot}5$
30	0·524	0·083	10·09	6·89	5·29	4·35	9·09	5·88	4·29	3·34
45	0·785	0·125	6·89	4·76	3·71	3·08	5·88	3·76	2·71	2·08
60	1·047	0·167	5·29	3·71	2·92	2·45	4·29	2·71	1·92	1·45
75	1·309	0·208	4·35	3·08	2·45	2·08	3·34	2·08	1·45	1·08
90	1·571	0·250	3·71	2·66	2·14	1·35	2·71	1·66	1·14	0·840
105	1·833	0·319	3·26	2·37	1·93	1·67	2·26	1·36	0·924	0·667
120	2·094	0·334	2·92	2·14	1·77	1·54	1·92	1·14	0·762	0·541
135	2·356	0·375	2·66	1.98	1·64	1·44	1·66	0·984	0·649	0·444
150	2·618	0·417	2·45	1·84	1·54	1·37	1·45	0·840	0·541	0·370
165	2·880	0·458	2·29	1·73	1·47	1·31	1·29	0·730	0·462	0·311
180	3·142	0·500	2·14	1·64	1·40	1·26	1·14	0·638	0·398	0·262
195	3 403	0·541	2·03	1·56	1·35	1·22	1·03	0·563	0·245	0·223
210	3·665	0·583	1·93	1·50	1·30	1·19	0·926	0·499	0·300	0·190
240	4·188	0·666	1·76	1·40	1·23	1·14	0·763	0·398	0·230	0·140
270	4.712	0·750	1·64	1·32	1·18	1·10	0·639	0·322	0·179	0·105
300	6·236	0·833	1·54	1·26	1·14	1·08	0·541	0·262	0·140	0·079

Tabelle II.

Breite der Riemen für zu übertragende Kräfte von 1 bis 25 *H P.*

Geschwindigkeit des Riemens in Metern per Secunde	Breite der Riemen von 5·5 mm^2 Dicke für									
	1	2	3	4	5	7.5	10	15	20	24
	P f e r d e k r ä f t e									
	mm	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*
0·30	400	795	—	—	—	—	—	—	—	—
0·75	160	270	475	—	—	—	—	—	—	—
1·50	78	160	240	320	—	—	—	—	—	—
2·30	55	105	160	215	395	—	—	—	—	—
3·05	35	80	120	160	265	395	535	—	—	—
3·80	30	65	95	125	200	300	400	600	795	—
4·55	20	55	80	105	160	240	320	475	640	—
6·10	15	40	60	80	130	200	265	395	535	665
7·60		35	50	65	100	150	200	300	395	500
9·15		30	40	55	80	120	160	240	320	395
10·65			35	45	65	100	130	200	270	335
12·20				40	55	85	115	175	230	285
13·70					50	75	100	150	200	250
15·25					45	65	90	130	180	225
18·30					40	60	80	120	160	200
21·30					35	50	65	100	130	165
24·40					30	45	55	85	115	140
27·40						40	50	75	100	125
30·50						35	45	65	90	115
33·60						30	40	60	80	100

$R =$ ist der Widerstand des Riemens in Kilogrammen per Millimeter oder per Centimeter der Breite des Riemens, je nachdem man seine Breite l in Millimeter oder Centimeter ausdrückt.

Tabelle II giebt die nach vorstehenden Formeln berechnete Breite für einfache Riemen von 5 *mm* Dicke und $R = 12\,kg$ per Centimeter Breite annehmend.

Wenn man die Elemente der Tabelle III für die Berechnung der Riemen anwendet, findet man für die Breite l in Millimeter und R als Halbmesser der Scheibe in Millimeter annehmend:

Für einen Widerstand von P Kilogrammen die Scheibe tangentional angreifend

$$l = 18\sqrt{P}$$

Für eine zu übertragende Kraft von n Pferden mit einer Geschwindigkeit von n' Umdrehungen per Minute oder v Metern per Secunde. (Siehe Seite 203.)

Tabelle III.

Adhäsion der Riemen auf eisernen Scheiben.

α in Theilen des Umfangs	Riemen im gewöhnlichen Zustande		Schmiegsame Riemen	
	t_2	$t_2 - t_1$	t_2	$t_2 - t_1$
0·2	1·42	0·42	1·61	0·61
0·3	1·69	0·69	2·05	1·05
0·4	2·02	1·62	2·60	1·60
0·5	2·41	1·41	3·30	2·30
0·6	2·87	1·87	4·19	3·19
0·7	3·43	2·43	5·32	4·32
0·8	4·09	3·09	6·75	5·75
0·9	4·87	3·87	8·57	7·57
1·0	5·81	4·81	10·89	9·89

Tabelle IV.
Breite der einfachen Lederriemen.

Breite des Riemens l	P	$1000 \frac{n}{R\,n}$	$\frac{l}{R}(P\,R)$	$1000 \frac{l}{R} \frac{n}{n^{1}}$
50	7·72	0·011	385	0.538
55	9 34	0·013	512	0.715
60	11·11	0·015	665	0.929
65	13·05	0 018	846	1.181
70	15·12	0·021	1.056	1.475
75	17·36	0·024	1 299	1.818
80	19 75	0 027	1.576	2.202
85	22·30	0·031	1.890	2.641
90	25·00	0·035	2.245	3.135
95	27·85	0·039	2.641	3.617
100	30·86	0·043	3.080	4.300
110	37·34	0·052	4.099	5.732
120	44·44	0 062	5.322	7.431
130	52·15	0·073	6.767	9.446
140	60·49	0·084	8.452	11.799
150	69·44	0·097	10,395	14.513
160	79·00	0·110	12.616	17.613
170	89·19	0·124	15.132	21.126
180	100·00	0·139	17.963	25.078
190	111·42	0·155	21.126	29.487
200	123·45	0·172	24.640	34.392
210	136·11	0·190	28.524	39.813
220	149·38	0·208	32.796	45.776
230	163·27	0·227	37.474	52.306
240	177·76	0·248	42.578	59.429
250	192·90	0·269	48.125	67.172
260	208·64	0·291	54.134	75.559
270	225·00	0·313	60.624	84.620
280	242·00	0·337	67.612	94.372
290	259 56	0·363	75.118	104.848

$$l = 15250 \sqrt{\frac{n}{R\,n'}} = 156 \sqrt{\frac{n}{v}}$$

für einen statischen Moment PR

$$l = 6\,87 \sqrt[3]{\frac{b}{R}\,PR} = 615 \sqrt[3]{\frac{b}{R}\,\frac{n}{n'}}$$

aus welchem die Tabelle IV abgeleitet wird.

Wenn die Breite des Riemens 300 *mm* übersteigt, muss man entweder zwei Riemen oder aber einen doppelt dicken Riemen (10 *mm*) anwenden, dessen Breite l ist

$$l_2 = 12{\cdot}7 \sqrt{P} = 0{\cdot}7\,l.$$

(Nach Unwin, Reuleaux, G. Richard.)

Seile.

Dieselben werden gewöhnlich aus Hanf, manchmal auch aus Baumwolle in drei Strängen angefertigt, deren Gesammtquerschnitt gleich ist ungefähr einem Neuntel des Kreisumfanges des Seiles. Man kann für den praktischen Widerstand eines trockenen Hanfseiles $R = 85$ *kg* per Quadratcentimeter Querschnitt der Stränge annehmen.

δ = Durchmesser der Seile in Millimeter,
K = ihre Anzahl,
R = Halbmesser der motorischen Scheibe in Millimeter,
n^1 = Anzahl der Umdrehungen per Minute.

Jedes Seil sollte, wenn die Transmission n^1 Pferdekräfte übertragen soll, einen Durchmesser haben, welcher durch die folgende Formel gegeben wird:

$$\delta\,mm = 3800 \sqrt{\frac{n}{K n^1 R}} \quad (1)$$

Wenn v die Geschwindigkeit der Seile in Metern per Secunde ist, wird die vorstehende Formel sein:

$$\delta = 40 \sqrt{\frac{n}{K v}}$$

für $v = 25\ m$ per Secunde ist

$$\delta = 8 \sqrt{\frac{n}{K}} \text{ ungefähr.}$$

Praktische Erfahrungen bei Seiltransmissionen:

Die vortheilhafteste Anzahl der Kabel für eine Geschwindigkeit von 1·5 Meter per Secunde ist:

Für	200	Pferdekräfte	10	Seile	à	50 *mm*	Durchmesser
„	100	„	6	„	à	50 *mm*	„
„	50	„	4	„	à	50 *mm*	„
„	30	„	3	„	à	50 *mm*	„
„	15	„	2	„	à	50 *mm*	„

Die vortheilhaftesten Durchmesser für die motorischen Scheiben sind:

1·00 *m*	für	ein	Seil	von	50 *mm*	Durchmesser
0·70 *m* bis 1·00 *m*	„	„	„	„	45 *mm*	„
0·50 *m* „ 0·70 *m*	„	„	„	„	40 *mm*	„

Die Tension der Seile per Quadratcentimeter soll sein 5 bis 10 Kilogramme; am besten:

100 *kg*	für	ein	Seil	von	50 *mm*	Durchmesser
80 *kg*	„	„	„	„	45 *mm*	„
63 *kg*	„	„	„	„	40 *mm*	„

Locomobilanlagen.

Man nehme für Locomobilen von 10 bis 12 nominellen Pferdekräften eine Maschine mit selbstthätiger Expansion durch die Stellung des Dampfschiebers und einem Cylinder. An einer solchen seien die Dampfcylinder leicht zugänglich; die Dampfkolben mit selbstspannenden Kolbenfedern armirt und leicht abkoppelbar; die Kolben- und Schieberstangen und die Kreuzkopfzapfen von Stahl; die Schwungräder abgedreht, um zu-

gleich als Riemscheibe zu dienen; die Dampfspeisepumpe continuirlich und mit einem Absperrventil versehen; ausserdem seien noch zwei Injectoren mit getrennter Zuleitung vorhanden; es sei ein Vorwärmer mit der Dampfspeisepumpe combinirt. Der Kohlenverbrauch übersteige nicht 1 70 *kg* per effective Pferdekraft und Stunde.

Die Röhrenkessel seien ausziehbar, um leicht reparaturfähig zu sein. Sie seien mit zwei Wasserstandsgläsern versehen, müssen ihrer ganzen Länge nach mit wärmedichtem Material bekleidet sein, ein Mann- und Schauloch, Schlammlöcher u. s. w. besitzen.

Für grössere Belastung wähle man Compound-Expansionslocomobilen, bei welchen der Hochdruckcylinder mit selbstthätiger Expansion durch die Schieberstellung, der Niedercylinder mit constantem Füllungsgrad arbeitet.

Wo möglich, wende man behufs Ersparung von Brennmaterial Condensation an. Hierzu wären etwa 250 bis 300 Liter Wasser pro Pferdekraft und Stunde erforderlich.

Zu jeder Locomobile soll als Zubehör mitgegeben werden: Rohrbürste mit Stiel, Kohlenschaufel, Schürhaken und Kratze, Mutterschlüsseln, Hammer, Schraubenzieher, Oelkanne, Talg- und Kittbüchse u. s. w., sowie zur Reserve: mehrere Roststäbe und Wasserstandsgläser mit Ringen.

Heissluftmaschinen.

Motor Bénier Frères in Paris. In diesem Motor ist die Heizung in dem Innern des Cylinders angebracht. Die eingepumpte kalte Luft durchzieht den Heizkasten und wirkt dergestalt an der Verbrennung mit. Die

heissen und demgemäss sehr ausgedehnten Gase füllen den Cylinder und drängen das Piston, welches gerade über dem Heizkasten angebracht ist, nach aufwärts. Ein Balancier überträgt die Bewegung des Pistons auf eine Pumpe, welche bei jeder Bewegung kalte Luft in den Cylinder einbläst. Der Einlass der kalten Luft geschieht durch Flachschieber. Während des Niederganges des Pistons werden die verbrauchten Gase durch ein Echappement ausgeblasen.

Die Regulirung der Geschwindigkeit geschieht durch Drosselung des Luftzuflusses aus der Pumpe.

Die Heizung mittelst Coke geschieht auf automatischem Wege.

Der Cylinder wird durch einen Wassermantel abgekühlt.

Die Wärme des Cylinderkörpers und des Pistons variirt zwischen 80 und 100°. Beide sind gegen Kohlenstaub und heisse Gase gut isolirt.

Als Verbrauch an Heizmaterial giebt der Constructeur für einen Motor von vier Pferdekräften 1·500 *kg*, für einen solchen von sechs Pferdekräften 1·400 *kg* Cokes per *HP* an.

Die Dimensionen der Motoren sind im Verhältnisse zu ihrer Leitung keine übertriebenen. Die umstehende Tabelle giebt die wünschenswerthen Details.

Nachtheile sind: Entwicklung schädlicher Gase im Maschinenraume. Umständliche Inbetriebsetzung. Rasche Abnützung der direct der Hitze ausgesetzten Reibflächen. Häufige Reparaturen. Verschlackung des Feuerherdes. Lästiger Lärm, hervorgebracht durch den Abzug der Gase.

Vorzüge: Geringer Verbrauch an Brennmaterial. Ungefährlichkeit des Systems. Verhältnissmässig gleichmässiger Gang.

Pferdekräfte	Länge	Breite	Höhe	Anzahl der Umdrehungen	Gewicht	Preis in Francs
	m	m	m		kg	
2	2·10	1·05	1·90	130	2200	3500
4	2·60	1·20	2·10	120	2700	4500
6	2·90	1·30	2·30	110	3400	5800
9	3·20	1 40	2·50	105	4200	7900
12	3·30	1·50	2·70	100	5000	9900
15	3·40	1·60	2·80	95	5400	11.800
20	3 60	1·70	3·00	90	6500	14·800

Photometrische Einheiten und Muster.

In Frankreich: 1. Die Stearinkerze, benannt l'Étoile, fünf in einem Packet zu 485*g* und 9·60*g* Stearin per Stunde verbrauchend; 2. die Carcellampe mit einem Uhrwerk, 42*g* gereinigtes Rüböl (huile de colza) per Stunde verbrauchend.

In England: Die Spermacetikerze (Wallfischfett), genannt „candle". Sie hat einen Werth von neun Zehntel der französischen Kerze. Sie verbraucht 120 grains (7·78*g*) Spermaceti oder Walrath pro Stunde.

In Deutschland: Die Paraffinkerze, genannt die „Vereinskerze", benannt nach ihrem Schöpfer, dem „Verein deutscher Gasfachmänner". Sie hat 20 *mm* Durchmesser und sollen sechs Stück 500*g* wiegen. Der Docht ist in möglichster Gleichförmigkeit aus 24 baumwollenen Fäden geflochten und hat im trockenen Zustande ein Gewicht von 0·668*g* per laufenden Meter.

Die hauptsächlichste Bedingung eines Messmusters ist die Beständigkeit seines normalen Werthes. Die

Kerze entspricht dieser Bedingung nicht ganz vollständig. Wenn Stearin angewendet wird, kann man schwerlich auf ein im Handel vorhandenes Product rechnen, dessen chemische Beschaffenheit stets die gleiche bleibt. Bei der Verbrennung spielt der Docht eine grosse Rolle; die geringsten Verschiedenheiten desselben sind von Einfluss auf die Leuchtkraft der Flamme. Das Gewebe, die Form und der Querschnitt des Dochtes, seine Krümmung während des Brennens, seine wechselnde Capillarität, alles das macht das Licht veränderlich. Die Kerze ist mit günstigem Erfolge anzuwenden bei rapiden Versuchen und falls nur annähernde Resultate erzielt werden sollen.

Die Paraffinkerze ist beständiger und variirt nur von 3 bis 4 Procent, während die englische „candle" und die französische „bougie" Variationen bis zu 10 Procent aufweisen.

Die Carcellampe ist von grösserer Präcision. Die aus den Veränderungen in der Capillarität des Dochtes resultirenden Unregelmässigkeiten sind aufgehoben durch die mechanische und regelmässige Speisung der Lampe mit Oel, welches stets im Ueberfluss um den Brenner herum vorhanden ist.

Dumas und Regnault construirten im Jahre 1856 ein Lampenmuster, bestimmt zu photometrischen Prüfungen des Gaslichtes, und fanden, dass eine solche Carcellampe 42*g* Oel per Stunde verbrauche, während welcher Zeit ein normaler Gasbrenner 105*l* per Stunde bei gleicher Intensität mit der Carcellampe verbraucht.

Um diesen Verbrauch von 42*g* Oel per Stunde zu erhalten, muss die Lampe folgendermassen beschaffen sein:

Aeusserer Durchmesser des Brenners . . . . 0·0235 *m*
Innerer " " " . . . . 0·0017 *m*
Durchmesser des inneren Luftcanals . . . . 0·0455 *m*
Höhe des Glascylinders . . . . 0·2900 *m*
Entfernung von der Ausschweifung des Glases
bis zu seiner Base . . . . 0·0610 *m*
Aeusserer Durchmesser des Glases in der Höhe
der Ausschweifung . . . . 0·0470 *m*
Aeusserer Durchmesser der Rauchfangspitze . 0·0340 *m*
Mittlere Dicke des Glases . . . . 0·0200 *m*

Der Docht ist aus einer Tresse von 75 Faden gebildet; ein Decimeter Docht wiegt 3·6 *g*. Diese Dochte müssen an trockenem Orte aufbewahrt werden.

Das Oel muss rein sein und wird mittelst eines Oleometers auf seine Dichtigkeit und mittelst chemischer Reagentien (z. B. Schwefelsäure) auf seine Reinheit geprüft.

Der Argandbrenner, construirt nach den Angaben von Dumas und Regnault von Bengel. Derselbe hat folgende Dimensionen:

Totale Höhe des Brenners . . . . 0·0800 *m*
Höhe des cylindrischen Theiles des Brenners 0·0460 *m*
Aeusserer Durchmesser des Cylinders . . . . 0·0225 *m*
Durchmesser des inneren Luftzuges . . . . . 0·0090 *m*
Höhe des Glases . . . . 0·2000 *m*
Dicke des Glases . . . . 0·0030 *m*
Anzahl der Löcher in dem Metallkorb 109
Durchmesser der letzteren . . . . 0·0030 *m*

Der Argandbrenner ist ursprünglich ein Rundbrenner, bei dem das Gas aus kleinen, im Kreise stehenden Oeffnungen ausströmt, und der einen doppelten Luftzug hat, indem ausser am äussersten Umfang die Luft auch

noch dem inneren Umfang der Flamme zugeführt wird. Bei der Dumas'schen Anordnung ist der Luftzug durch einen Metallkorb auf ein Minimum beschränkt und muss der Brenner, damit die Flamme nicht russt, mit einem Glascylinder versehen sein.

Messmuster des elektrischen Congresses 1881. Infolge von angestellten Versuchen nahm der Congress den Antrag Violle's von der Lyoner wissenschaftlichen Facultät an:

„Die Einheit jedes einfachen Lichtes ist die Menge des Lichtes von selber Gattung, ausgestrahlt in normaler Richtung von einem Quadratcentimeter geschmolzenen Platins bei seiner Erstarrungstemperatur. Die praktische Einheit des weissen Lichtes ist die Lichtmenge, welche unter normalen Umständen von derselben Lichtquelle ausgeht."

Um eine Oberfläche von Platin bei stets gleichförmiger Schmelztemperatur zu erhalten, wird ein Ofen angewendet, der aus einem ausgehöhlten Stück Kalk besteht, in welchem das zu schmelzende Platin ruht, und welcher von einem ebenfalls aus Kalk bestehenden Deckel geschlossen wird, durch welchen ein Gasgebläse geht.

Das geschmolzene Platin, welches eine höhere als Schmelztemperatur besitzt, wird über ein Diaphragma gebracht, in welchem eine Oeffnung von bestimmtem Querschnitt angebracht ist. Man kann einen beliebigen Querschnitt wählen. Die Leuchtkraft ist dieselbe auf allen Punkten der strahlenden Oberfläche, und es genügt eine beliebige Anzahl von Quadratcentimetern anzunehmen, um ebensoviele Grundeinheiten zu erhalten.

Die aus der Oeffnung des Diaphragmas ausgehenden Strahlen werden in ein Photometer geworfen, in

welchem die zu messende Lichtquelle angebracht ist. Das Erstarren des Platins ist von einem Aufblitzen begleitet, welches zugleich das Ende der Periode anzeigt, während welcher die Lichtintensität constant geblieben ist.

Vergleichung verschiedener Messeinheiten.

Geschmolzenes Platin = 10·92 Carcels,
1 Carcel = 7·50 bougies Etoile,
1 „ = 9·72 Vereinskerzen,
1 „ = 12·40 candles.

Photographische Photometer.

Dieselben dienen nicht dazu, die Intensität zweier verschiedener Lichtquellen zu vergleichen, sondern man kann mit denselben direct die Intensität einer Lichtquelle bewerthen. Das Princip dieser Apparate besteht zumeist darin, ein lichtempfindliches Papierstück der Wirkung des zu messenden Lichtes auszusetzen und schliesst man nach der dunkleren oder helleren Färbung des sich bräunenden Papieres auf die Intensität der Lichtquelle.

Seleniumphotometer.

Dr. W. Siemens hat folgendes Photometer vorgeschlagen. Das Selenium, geschmolzen und rasch in dünnen Schichten abgekühlt, hat ein glasiges Aussehen und giebt dem durchdringenden Lichte eine rothe Färbung. Durch mehrere Stunden hindurch amorphes Selenium auf 210° erwärmend, hat Dr. Siemens dasselbe in einen Zustand gebracht, der es für den elektrischen Strom leitungsfähiger und zugleich auch lichtempfindlicher macht. Die Zunahme an Leitungsfähigkeit steht im Verhältniss zu den Quadratwurzeln der Lichtintensitäten und können hieraus die nothwendigen Berechnungen abgeleitet werden.

Photometer von Schutte.

Das Princip desselben besteht darin, zwischen das Auge des Beobachters und zwischen das zu messende Licht eine Anzahl von transparenten Diaphragmen einzuschalten, und zwar aus Papier oder Elfenbeinplatten, oder Milchglas u. s. w., welche durch ihre graduelle Hinzufügung ein graduelles Hinderniss für den Weg der Lichtstrahlen bilden. Jedes Diaphragma ist bezeichnet mit einer Einheit, welche seiner Fähigkeit, eine bestimmte Menge Licht zu absorbiren, entspricht. Die Anzahl von Diaphragmen, welche nothwendig ist, um die messende Lichtquelle für das Auge vollständig unsichtbar zu machen, giebt die Anzahl von Einheiten, welche der Intensität der Lichtquelle entsprechen. Genaue Messungen sind mit diesem Instrumente unmöglich, doch genügt es dort, wo blos empirische Andeutungen nothwendig sind.

Photometer von Wybaum.

Nennen wir Einheit der Erleuchtung (unité d'éclairement) die Menge des Lichtes, welche von einer Lichteinheit auf der Einheit der Entfernung (unité de distance) hervorgebracht wird. Die Curve, welche die verschiedenen Erleuchtungen je nach den verschiedenen Entfernungen vom Ursprung 0 ausdrückt, kann durch die Gleichung

$$y = \frac{1}{x^2}$$

ausgedrückt werden, und ist sie für eine Lichtquelle von einer Intensität I:

$$y = \frac{I}{x^2}.$$

Wenn x = Einheit angenommen wird, so ist die Gleichung $y = I$, und correspondirt mit einer Ordinate, welche ebensoviele Erleuchtungseinheiten enthält, als die Lichtquelle Intensitätseinheiten besitzt.

Der auf diesem Princip construirte Apparat besteht aus einem rechteckigen, schwarz ausgeschlagenen Kasten, in welchem sich zwei Spiegel A und B befinden, welche mit 45^0 gegen die Richtung der Strahlen geneigt sind, welche von der zu messenden Lichtquelle ausgehen. Die Strahlenbündel werden unter demselben Winkel zurückgeworfen und treffen auf zwei kleine Papierscheiben, deren Bilder durch einen Winkelspiegel gegen den Beobachter zu geworfen werden. Zu gleicher Zeit, als das zu messende Licht beide Spiegel A und B beleuchtet, erhält der letztere B auch von einer anderen Lichtquelle, von einer Carcellampe z. B., eine gewisse Menge gelben Lichtes, derart, dass sich diese Menge mit dem bereits vorhandenen Lichte vermischt und eine gewisse Färbung desselben hervorbringt, welche von jenem des Spiegels A verschieden ist. Indem wir durch eine vorhergegangene Messung die Menge der Lichteinheiten des von der Carcellampe ausgehenden gelben Lichtes kennen, sind wir im Stande, mit Hilfe einer Lichttype die relativen Intensitäten der verschiedenen Lichtquellen oder die verschiedenen Intensitäten einer Lichtquelle zu vergleichen. Der Zweck dieser Anordnung ist, die Schwierigkeiten zu überwinden, welche wegen der grossen Intensitätsverschiedenheit darin bestehen, ein Bogenlicht direct mit einer Carcellampe oder einem Gaslicht zu vergleichen. Aus der Anzahl von Lichteinheiten, welche nothwendig sind, um eine gleichfärbige Beleuchtung der beiden Spiegel hervor-

zubringen, wird die Intensität der zu messenden Lichtquelle berechnet.

Photometer von Dumas und Regnault.

Dieser Apparat wurde von den Gelehrten, deren Namen er trägt, hauptsächlich zu dem Zwecke einer Controle des Leuchtgases construirt. Er besteht aus folgenden hauptsächlichen Theilen: Eine Gasuhr, ein Objectiv mit dem Papierrahmen, ein als Type geltender Brenner und eine Lampe Carcel, welche von dem Hebel einer empfindlichen Wage gehalten wird. Das Objectiv ist nach dem Principe des Photometers von Foucault construirt und bildet, wie jener, eine in zwei Abtheilungen getheilte Kammer, deren Oeffnung mit dem Rahmen correspondirt, auf welchem die Strahlen der beiden zu vergleichenden Lichtquellen zusammentreffen. Der Apparat ist auf einer wagerechten Gusseisenplatte aufgestellt und mehrere auf der Platte befindliche Wasserwagen gestatten jederzeit, die Richtigkeit des Niveaus zu controliren.

Die Gasuhr ist mit grösster Präcision construirt und besitzt nur eine in 25 Theile getheilte Scala, von welchen jeder Theil einem Liter Gas gleichkommt. Eine weitere Untertheilung gestattet auch die Zehntel eines Liters zu messen. Ein Secundenmesser, über der Gasuhr angebracht, zeigt die genaue Dauer der Beobachtungen an. Die Wage, auf welcher sich die Carcellampe befindet, ist so construirt, dass der Hebel gerade in dem Momente an ein Glockenzeichen stösst, wenn die Lampe die gewünschte Quantität Oel verbrannt hat. Sie soll 10 *g* Oel verbrennen, während welcher Zeit der Gasbrenner 25 *l* consumiren soll, um mit einer stündlichen Consommation von 105 *l* pro Stunde zu correspondiren,

welche Consommation der Leuchtkraft einer Carcellampe (42 *g* Oel pro Stunde verbrauchend) entspricht. Die Dauer der Beobachtung ist 14 Minuten und 17 Secunden. Man findet mit diesem Apparat folgende Ziffern:

Dauer des Versuches in Minuten	Verbrauchtes Gas in Liter	Verbrauchtes Oel in Grammen
5	8·75	3·5
10	17·50	7·0
15	26·25	10·5
20	35·00	14·0
25	43·75	17·5
30	52·50	21·0
35	61·25	24·5
40	70·00	28·0
45	78·75	31·5
50	87·50	35·5
55	95·25	38·5
60	105·00	42·0.

Vergleiche des Stoffverbrauches verschiedener Lichtquellen von M. Heim. Einheit: Englische Normalkerze, Flammenhöhe 45 *mm*.

Petroleumlampen. Gattung des Oeles: raffinirtes Kaiseröl.

	Durchmesser des Brenners in *mm*	Neigung gegen die Horizontale	Intensität in Normalkerzen	Oelverbrauch per Stunde in Gramm	Verbrauch per Stunde u. per Kerze in Gramm
Rundbrenner, gewöhn.	25	0	16·1	54·2	3·37
"	—	45	12·3	53·6	4·36
" m. Centralscheibe	30	0	19·2	63·4	3·30
" "	—	45	11·1	61·1	5.51
" "	62	0	67·3	229	3·40
" "	—	45	33·9	228	6·72
Kosmosbrenner	30	0	22·9	84·9	3·70
"	—	45	17·8	85·5	4·80
"	—	0	22·8	81·7	3·58

Gasbrenner.

	Geneigtheit gegen die Horizontale	Intensität in Normalkerzen	Gasverbrauch per Stunde in Kubikmeter	Gasverbrauch per Stunde u. Kerze in Litern
Schnittbrenner	0	16·9	0·251	14·8
"	45	17·2	0·256	14·9
Argandbrenner	0	21·9	0·239	10·9
"	45	19·4	0·214	12·4
Auerbrenner Glühlicht	0	14·4	0·0951	6·60
" "	45	10·5	0·1037	9·88
Regenerativbrenner Siemens 3	0	65·3	0·460	7·05
" " 3	45	46·9	0·456	9·75
" " 1	0	222	1·621	7·30
" " 1	30	162	1·614	9·96
" " 1	45	132	1·604	12·20
Wenhambrenner Nr. 2	0	28·4	0·249	8·77
" " 2	45	44·5	0·257	5·77
" " 2	90	45·8	0·256	5·58
" " 4	0	99	0·685	6·92
" " 4	25	152	0·686	4·51
" " 4	45	170	0·677	3·98
" " 4	65	200	0·685	3·42
" " 4	90	202	0·671	3·23

Preis einer Lampenstunde in Centimes.
(Nach Decker in Nürnberg.)

Beleuchtungsstunden per Tag und per Licht		Glühlicht à 16 Kerzen oder 2·12 Carcels				Bogenlicht à 800 Kerzen oder 105·6 Carcels				Bogenlicht als Equivalent einer Glühlampe $^1/_{51}$ Bogenlampe = 10 Glühlampen				Gasflamme von 125 Liter stündlichem Verbrauch, wenn das Gas kostet		
Jährlich	Durchschnitt pro Tag	mit hydraulischer Kraft	mit schon vorhandener Dampfmaschine	Mit neu anzuschaffender Dampfmaschine	mit Gasmotor	mit hydraulischer Kraft	mit schon vorhandener Dampfmaschine	mit neu anzuschaffender Dampfmaschine	mit Gasmotor	mit hydraulischer Kraft	mit schon vorhandener Dampfmaschine	mit neu anzuschaffender Dampfmaschine	mit Gasmotor	31·50 cent.	23·75 cent.	12 cent.
500	1·38	4·20	5·13	11·23	13	45·23	55·75	111·35	122·35	3·08	3·75	7·43	8·15	4·58	3·75	2·26
800	2·19	3·08	3·95	8·30	10·73	32·98	42·28	80·48	98·75	2·20	2·83	5·40	6·58	4·33	3·53	1·98
1200	3·29	2·45	3·30	6·45	9·25	26	35·13	63·95	80·80	1·88	2·35	4·28	5·38	4·20	3·40	1·82
1800	4·93	1·98	2·73	5·13	8·10	20·80	28·88	49·13	66·75	1·40	1·93	3·28	4·45	4·08	3·25	1·71
3600	9·87	1·60	2·33	3·75	7·23	16·08	23·30	38·28	59·53	1·08	1·55	2·55	3·98	4·03	3·20	1·61

Nachtrag.

Elektricitätszähler. Deschiens construirt zwei Gattungen von Elektricitäszählern: die einen für gleichgerichtete Ströme mit einer Geschwindigkeit der Trommel unter 600 Touren per Minute, die anderen für Wechselströme mit einer Geschwindigkeit bis 1500 Touren. Ein permanenter Magnet in Hufeisenform wird mit den Armaturen eines Elektromagneten in Contact gebracht, zwischen welchen unter der Wirkung des Stromes ein Hebel pendelt, welcher ein Sperr-Rad bethätigt. Dieses Rad bethätigt seinerseits mittelst Zahnrädern die Achse des rotirenden Zählers.

Beleuchtung mit primären Zellen. Ein Versuch, angestellt mit der Zelle Weymersch (eine Bunsengattung), hat Folgendes ergeben: Drei auf Spannung geschaltete Elemente wurden während 26 Stunden in geschlossenem Stromkreis erhalten und der Strom erhielt sich während dieser Zeit constant auf 10 Ampères mit einer Variation von 5 Procent. Der Zinkverbrauch war 8 Procent höher als der in der Theorie angenommene. Die *EMF* soll dieselbe geblieben sein. Die depolarisirende Flüssigkeit, deren Mischung geheimgehalten wird und welche 2 Liter auf 9 Liter angesäuertes Wasser beträgt, soll sehr billig sein und 15 Centimes per Liter kosten. Die Flüssigkeiten sollen während des Versuches nicht an Wärme zu-

genommen haben. Der Versuch wurde gemacht von den Herren A. Gatehouse & Co., denen wir auch die Verantwortung hierüber überlassen.

Motoren für Wechselstrom. M. Tesla hat einen neuen Motor für Wechselstrom beschrieben. Der Stromabgeber hat zwei Spulen, welche unter rechtem Winkel auf einer Trommel aufgerollt sind und deren Enden in vier auf Ringen schleifenden Bürsten ausmünden. Diese vier Bürsten sind in Contact mit den Enden zweier Stromkreise, welche durch vier Spulen gebildet sind. Diese vier Spulen sind zwei zu zwei hintereinandergeschaltet und sind auf einem Eisenringe so aufgewickelt, dass sich die Spulen der beiden getrennten Stromkreise verschränken. Dieser Ring bildet den Inductor der Empfängerin. Die Armatur der Empfängerin ist aus Eisen oder anderem magnetisirbaren Metall, welche auch mit einer geschlossenen Spule umwickelt werden kann. Die Hauptschwierigkeit, welche der Anwendung dieses Systems entgegensteht, ist die Nothwendigkeit der Anwendung von vier getrennten (oder wenigstens dreien) Leitungsdrähten. Vortheile des Systems sind, dass der Empfänger (oder Motor) keinen Commutator benöthigt, und dass die Armatur des Motors in gar keiner Verbindung mit dem primären Strom zu stehen braucht, indem sie im Principe aus einer ausgezackten Eisenscheibe besteht, welche durch Induction in Drehung versetzt wird.

Benützung der Wärme in Centralstationen. In Amerika ist die Idee aufgetaucht, die in dem Condensations-Abflusswasser und in dem frei expulsirten Dampfe enthaltene Wärme zu Heizzwecken zu verwenden. Es sollen also in der Nähe von Centralstationen Bäder,

Färbereien, Kochereien und ähnliche Industrien, wo heisses Wasser nöthig ist, angelegt werden.

Candelaber für Bogenlampen. Während in Berlin für die Strassenbeleuchtung ganz eiserne Candelaber gewählt werden (der Sockel Gusseisen, der Schaft Schmiedeisen), verlangt in New-York der „Board of Electrical Control", dass blos der Sockel aus Eisen sei, während der Schaft aus Holz gemacht werden soll. Es ist zu hoffen, dass in kürzester Zeit ein praktisches Modell für Bogenlampen-Candelaber angenommen werde, da wir bis jetzt, was Strassenbeleuchtung anbelangt, noch immer zwischen den alten Gasapparaten und den neueren hässlichen Masten aus Gitterwerk schwanken. Es ist ein Candelaber zu finden, bei welchem die Lampe herabgelassen werden kann, ohne dass deswegen die Candelaber eine hässliche armförmige Ausladung haben müssen, oder aber die Lampe ist fix anzubringen, wenn gleichzeitig für ein bequemes Ersteigen und lebenssicheres Manipuliren derselben vorgesehen wird.

Benützung des Windes als motorische Kraft. Professor Blyth hat in Marykirk ein interessantes Experiment mit einem Windmotor gemacht. Die Dynamo wurde von dem Windmühlenrad mit einfacher Riemenübersetzung getrieben. Es wurden Accumulatoren geladen, welche durch automatische Ausschalter aus dem Stromkreis geschaltet oder in denselben eingeschlossen wurden, je nachdem die Spannung des Stromes mit der Geschwindigkeit des Dynamo stieg oder fiel. Die Ladung erfolgte blos, wenn eine gewisse Geschwindigkeit erreicht war und hörte auf, wenn dieselbe überstiegen war oder wieder herunterfiel. Es war also ein Versuch auf constantes Potentiel, womit das Problem der Benützung

der Windkraft allerdings nicht seiner Lösung nahegerückt ist.

Unterirdische Leiter. Professor Plymton warnt davor, unterirdische Kabel, welche mit Kerosite oder Guttapercha isolirt sind, in mit Kreosot imprägnirte Holzcanäle zu legen. Er schätzt die Dauer von solchen Kabeln auf höchstens drei Jahre. — Wenn Bleikabel angewandt werden, soll die Bleiumpressung nie aus reinem Blei, sondern aus einer Legirung von Blei und Zinn bestehen, weil das reine Blei langsam in ein poröses und splitteriges Bleicarbonat übergehe.

Wechselströme in Theatern. Die Compagnie Continentale Edison hat in Nancy ein sehr interessantes Experiment gemacht. Sie hat nämlich versucht, für die Beleuchtungseffecte auf der Bühne einen Apparat zu construiren, welcher wenig Platz einnimmt und ein langsames, verschwimmendes Reguliren des Lichtes gestattet, während mit den bisher gebräuchlichen Rheostaten alleweile ein stufenweises Zucken im Lichte wahrnehmbar war. Die Installation wird mit Wechselströmen, von Transformatoren kommend, betrieben. In jeden Stromkreis der Bühne wurde eine Spule eingeschaltet, deren Kern aus einem Eisendrahtbündel gebildet war. Der Kern war auf einer Rolle aufgehängt und konnte nach Belieben aus der Spule emporgehoben oder in dieselbe eingesenkt werden. Indem man also durch Bewegung des Kernes die Self-Induction der Spule regelt, bringt man die gewünschten Lichteffecte auf der Bühne hervor. Ein unangenehmer Umstand ist es, dass die Variationen immer von einem Brummen in der Spule begleitet sind, welches auf der Bühne leicht hörbar werden kann.

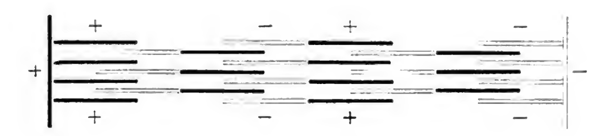
Ausschalter ohne Funkenbildung. Die Compagnie Continentale Edison hat alle französischen Pulverfabriken mit elektrischem Lichte versehen und für dieselben eigene Apparate geschaffen, welche die gewünschte Sicherheit bieten. Unter Anderem ist zu erwähnen ein Ausschalter, welcher aus einer Eisenröhre besteht, in welcher Quecksilber eingeschlossen ist. Diese Röhre, welche an beiden Enden die isolirten Contactflächen enthält, ist, auf einem Pivot ruhend, mit einer Schnur verbunden. Wird dieselbe angezogen, kippt die Röhre über und der Strom wird unterbrochen; durch Loslassen der Schnur wird die Röhre mit Gegengewicht wieder in ihre horizontale Lage zurückgebracht und der Strom durch das Quecksilber wieder geschlossen.

Bambus als Isolirmaterial. Herr Fodor hat aus Nordafrika verschiedene dort cultivirte Bambussorten zurückgebracht, welche sich für elektrische Apparate sehr gut verwenden lassen. Dieselben ersetzen die Glas- oder Holzröhren für industrielle Hängeapparate und sind auch als Schutz für Drahtleitungen sehr gut zu verwenden. Gespalten ersetzen sie die hässlichen Deckleisten und können nach Belieben lackirt, bronzirt und anderweitig verziert werden. In trockenen Gegenden werden stärkere Sorten sehr gut als Pfosten für oberirdische Leitungen verwendet.

Neuerung in Accumulatoren. Bisher wurden in den Accumulatoren alle Platten gleichen Namens durch einen metallischen Querbalken in ein Element vereinigt. Auf den Balken wurde eine Kupferschraube aufgelöthet, in welche der Verbindungsdraht eingeführt wurde. In neuester Zeit kommt man hiervon ab und sucht diese Schrauben so viel als möglich zu vermeiden. Man ver-

bindet je eine positive Platte mit einer negativen durch einen Bleistreifen, welcher auf beide Platten aufgelöthet ist und für dieselben sozusagen einen gemeinsamen Henkel bildet.

Im Accumulator Nr. 1, welcher den Anfang der Batterie bildet, werden die positiven Platten wie gewöhnlich mit einem metallischen Querbalken vereinigt und lässt man zwischen den Platten den üblichen Raum, um die negativen Platten einzuführen. Hierauf beginnt man mit der Placirung der Zwillingsplatten. Die negativen Theile der Paare finden im Accumulator Nr. 1 zwischen den positiven Platz, während die positiven Zwillinge der eingeführten Paare aus dem Recipienten hinaushängen. Nun wird Recipient Nr. 2 hinter Accumulator Nr. 1 geschoben und die positiven freien Platten, welche aus Nr. 1 herausragen, finden in Recipient Nr. 2 Platz. In Nr. 2 werden nun zwischen den bereits vorhandenen positiven Platten wieder Zwillingsplatten eingeführt, deren positive Theile in Recipient Nr. 3 Platz finden, während sich die negativen Theile zwischen den bereits vorhandenen positiven Platten einkeilen. Und so geht es fort bis zum Ende der Batterie, deren negative Platten als Endpol wieder durch einen Querbalken vereinigt werden.



Die Vortheile dieser Anordnung bestehen darin, dass man jedes Plattenpaar leicht herausheben und

examiniren kann, dass ferner im Falle des Kurzschlusses nicht der ganze Accumulator ausser Dienst gebracht wird, sondern blos ein Plattenpaar.

Die Nachtheile sind, dass alle Recipienten hintereinander in einer Linie aufgestellt werden müssen und also viel Platz erfordern. Freilich kann man die Batterie in mehrere Partien auftheilen, doch muss der Constructeur in diesem Falle einen Plan des Platzes vor sich haben, wo die Batterie aufgestellt werden soll. Der Zwischenraum zwischen den negativen und positiven Platten ist ein grösserer als gewöhnlich, was für den Betrieb wohl sicherer ist und vor Kurzschlüssen schützt, jedoch den inneren Widerstand des Accumulators vergrössert.

